ช.114609

สัญญาเลขที่ 03/2546

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของชาเชียงราย

(The Study of Characteristics of Chiangrai Tea)

โดย

พนม วิญญายอง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

สายลม สัมพันธ์เวชโสภา สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

พัชรา ปัญญามูลวงศา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปี 2546

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

คำนำ

"ชา" เป็นเครื่องดื่มสมุนไพรชนิดหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันมานาน โดยหลักฐานทางประวัติศาสตร์นั้นระบุว่า ประเทศจีน เป็นประเทศแรกของโลกที่มีการดื่มชา และหลังจากการมีการติดต่อค้าขายกันระหว่างประเทศชาก็ได้แพร่หลายไปยังประเทศต่างๆทั่วโลก มีการเพาะปลูกขยายพันธุ์ไปตามแหล่งปลูกต่างๆ และด้วยรสชาติและกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ทำให้เครื่องดื่มชาเป็นที่นิยมอย่างรวดเร็วของประชากรทั่วทุกภูมิภาคของโลก การค้นพบเครื่องดื่มชานั้นมีประวัติศาสตร์ที่ยาวนาน และได้เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม วิถีชีวิต ศิลปวัฒนธรรม เศรษฐกิจ และสุขภาพของผู้คนในยุคโบราณมาจนถึงปัจจุบัน เชื่อกันว่าการใช้ประโยชน์จากใบชานั้นมีมาตั้งแต่ 5000 ถึง 6000 ปีก่อน ซึ่งในยุคนั้นชาได้ถูกใช้เป็นพืชสมุนไพรเพื่อการรักษาโรคต่างๆเป็นหลัก โดยรับประทานใบชาสดที่มีรสชาติขมเพื่อรักษาโรค

การเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์จากชาในลักษณะที่เป็น "ยา" มาเป็น "เครื่องดื่ม" เริ่มเกิดในตอนปลายของราชวงศ์โจวของจีน (1124 – 222 B.C) จนกระทั่งวัฒนธรรมการดื่มชานั้นได้แพร่หลายไปสู่ ขุนนาง พ่อค้า และประชาชนทั่วไป ในสมัยราชวงศ์จิ๋น (221 – 206 B.C.) การดื่มชาได้แพร่หลายสูงสุดไปสู่คนทั่วๆ ไปในประเทศจีน ชาวจีนนิยมดื่มน้ำที่ได้จากการเอาใบชามาผสมกับน้ำร้อน เพื่อให้ร่างกายสดชื่น กระชุ่มกระชวย ไม่ง่วงเหงาซึมเซา และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จะเห็นว่าลักษณะการใช้ประโยชน์เปลี่ยนไปจากการใช้ชาเพื่อ "รักษาโรค" กลายมาเป็นการใช้ประโยชน์จากชาเพื่อ "ดื่มให้มีความสดชื่น สุขภาพดี" ซึ่งก็หมายถึงการทำให้ร่างกายแข็งแรงสม่ำเสมอ และป้องกันโรคได้อย่างน่าอัศจรรย์ ในขณะนั้นยังความรู้ทางด้านเคมีและด้านเภสัชวิทยายังมีจำกัด และไม่สามารถอธิบายได้ว่าใน ใบชา หรือ เครื่องดื่มชา นั้นมีสารเคมีชนิดใดที่เป็นประโยชน์ การใช้ประโยชน์ทางสุขภาพจาก ใบชานั้น จึงอาศัยการจดจำและการบันทึกถึงวิธีการใช้และคุณสมบัติของชาในการรักษาโรคและการใช้เป็นเครื่องดื่มบำรุงสุขภาพ โดยอาศัยประสบการณ์เป็นหลักเป็นตัวทดลองถึงคุณสมบัติพิเศษของชาเหล่านั้น จนถึงปัจจุบันใบชาก็ยังเป็นพืชสมุนไพรหลักที่พบได้ตามร้านขายยาสมุนไพรจีนทั่วไป

จังหวัดเชียงราย เป็นแหล่งปลูกชาสำคัญอันดับหนึ่งของประเทศไทย โดยมีการเรียกขานกันว่าเป็น "จังหวัดชาแห่งชาติ" เนื่องจากสามารถผลิตชาได้กว่าร้อยละ 50 ของผลผลิตชาทั้งหมดภายในประเทศ จังหวัดเชียงรายมีลักษณะภูมิประเทศ และ ภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกชา และเป็นแหล่งที่มีผู้ปลูกชาที่มีประสบการณ์ในการปลูก ส่วนใหญ่เป็นคนไทยเชื้อสายจีนที่ได้นำเอาเทคโนโลยีการปลูก การผลิตชา มาจากประเทศจีนและไต้หวัน นำเอาชาสายพันธุ์ต่างๆ มาเผยแพร่และขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน

งานวิจัยชิ้นนี้เกิดขึ้นมาจากกลุ่มวิจัยชาภายในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง โดยมี อ. ดร. สายลม สัมพันธ์เวชโสภา เป็นผู้ริเริ่มทำโครงการเมื่อปี 2546 และจนถึงปัจจุบันก็ได้มีการจัดตั้ง "สถาบันชา" ขึ้นมาภายในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เพื่อทำงานวิจัยและพัฒนาโดยรวมแขนงวิชาต่างแบบบูรณาการในการพัฒนาชาไทยและผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพสูงสุด เพิ่มพูนรายได้ให้แก่ประชากร โดยมีลักษณะการทำงานเป็นเครือข่ายงานวิจัยที่มีนักวิชาการจากหลายๆ สถาบันมาทำงานร่วมกัน เพื่อผลักดันให้ชาไทยมีคุณภาพและมีมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจต่อไป

รายงานวิจัยชิ้นนี้ทำให้นักวิจัยได้เริ่มค้นคว้าตำรา เอกสารงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับชา รวมไปถึงเริ่มหัดเป็นนักดื่ม นักชิม นักชงชา มีโอกาสได้รู้จักชาชนิดต่างๆ เพิ่มขึ้น รวมทั้งได้มีโอกาสออกพื้นที่ภาคสนามไปยังแหล่งปลูกชาและแหล่งผลิตชาในจังหวัดเชียงราย ได้มีโอกาสได้รู้จักกับบุคคลต่างๆ ที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับพืชชนิดนี้ ทั้งที่เป็นผู้ปลูกชา ผู้ค้าชา นักวิชาการ นักวิจัย นักธุรกิจ ข้าราชการส่วนกลางที่เกี่ยวข้อง

จากกระแสความนิยมการดื่มชา โดยเฉพาะ "ชาเขียว" ที่มีมากขึ้น โดยอาจเป็นเพราะความสนใจในการดูแลสุขภาพของคนรุ่นใหม่ หรืออาจเป็นเพราะความนิยมตามกระแสโฆษณาประชาสัมพันธ์ ทำให้มีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ชาเขียว และชาอื่นๆ มากมายออกสู่ตลาดตลาด และมีการนำเอาคุณสมบัติของสารสกัดจาก ชาเขียว มาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เช่น อาหาร และเครื่องสำอางหลากหลายรูปแบบ และรายชิ้นนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นแก่นักวิจัยที่จะเข้ามาร่วมทำงานวิจัยกับ "สถาบันชา" ในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงให้ได้ทราบข้อมูลชาเชียงรายอีกทางหนึ่ง

บทคัดย่อ

ในปี 2546 จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่เพาะปลูกชาทั้งหมด 45,559 ไร่แบ่งออกเป็น ชาสายพันธุ์จีน 7,442 ไร่และชาอัสสัม 38,157 ไร่ ชาอัสสัมสามารถนำไปผลิตเป็นชาแห้งชนิดชาเขียว หรือในบางท้องที่มีการนำเอาใบชาอัสสัมมาหมักเป็นเมี่ยง ซึ่งเป็นอาหารเฉพาะของคนไทยในภาคเหนือ ส่วนชาสายพันธุ์จีนนั้น ชาที่มีการปลูกมากที่สุดได้แก่ชา สายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 รองลงมาได้แก่ชาสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 17 และมีการนำชาสายพันธุ์ใหม่ เข้ามาจากต่างประเทศเพื่อทดลองปลูกเพิ่มขึ้น จากการสุ่มเก็บตัวอย่างชาทั้งหมด 37 ตัวอย่าง ที่รวบรวมได้ภายในจังหวัดเชียงรายตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพเช่น ความชื้น ปริมาณเถ้าทั้งหมดพบว่า ตัวอย่างชาเชียงรายที่นำมาทดสอบมีความชื้นตั้งแต่ร้อยละ 0.45 ไปจนถึง 14.39 มีเถ้าทั้งหมดสูงสุดอยู่ที่ ร้อยละ 7.58 และมีค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 4.26 มีปริมาณเถ้าที่ละลายน้ำตั้งแต่ร้อยละ 48.04 ถึงร้อยละ 77.43 ของเถ้าทั้งหมด ตัวอย่างชาแห้งที่นำมาทดสอบให้ค่าปริมาณสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน ต่ำสุดอยู่ที่ ร้อยละ 33.44 ตัวอย่างชามี caffeine เป็นองค์ประกอบวัดได้ ระหว่างร้อยละ 0.09 ถึงร้อยละ 0.37 สารในกลุ่ม catechins นั้นพบว่า พบ Epigallocatechin (EGC) เป็นปริมาณสูงสุดในตัวอย่างชาเขียวผงร้อยละ 4.78 ตรวจพบ Catechin (C) ปริมาณสูงสุดร้อยละ 1.20 และพบ Epicatechin (EC) ปริมาณสูงสุดร้อยละ 2.80 ตัวอย่างชามีปริมาณ Epigallocatechin 3-gallate (EGCG) สูงสามอันดับแรกวัดได้เป็นร้อยละ 15.05 14.18 และ 12.30 ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ตัวอย่างเป็นชากลุ่มชาเขียว ตัวอย่างชาที่นำมาวิเคราะห์มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด สารสกัดจากชาอูหลงที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. luteus* ได้มากที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดจากชาอูหลงที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์ อูหลงเบอร์ 17 วัดขนาด inhibition zone 37 และ 23 มิลลิเมตร ตามลำดับได้ ในชาเขียวนั้นพบว่าสารสกัดจากชาเขียวที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 และ ใบชาสดสายพันธุ์อัสสัม สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. luteus* ได้สูงสุดที่ 22 และ 20 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากชาสนั้นพบว่าใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 ใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 17 และใบชาสดสายพันธุ์อัสสัมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *B. subtilis* ได้สูงสุดวัด inhibition zone ได้ 19, 18 และ 17 ตามลำดับ สำหรับยีสต์พบว่าสารสกัดจากชาสดและสารสกัดจากชาแห้งไม่สามารถยับยั้งการการเจริญเติบโตได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงที่เห็นความสำคัญในการทำการศึกษาวิจัยชา และริเริ่มให้มีการวิจัยพัฒนาความรู้ทางด้านชาและผลิตภัณฑ์ สนับสนุนให้มีการจัดตั้งสถาบันชาขึ้นภายในมหาวิทยาลัย เพื่อให้โอกาสนักวิจัยที่สนใจเรื่องชาและผลิตภัณฑ์ได้มีโอกาสมากขึ้นให้การศึกษาพัฒนาความรู้แบบบูรณาการในการพัฒนาชาและผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในอนาคต ขอขอบคุณหอการค้าจังหวัดเชียงรายสำหรับความอนุเคราะห์ข้อมูลชาด้านต่างๆ ขอบคุณหน่วยงานราชการหลายแห่งที่ให้ความร่วมมืออย่างยิ่งในการให้ความรู้และข้อมูล ขอขอบคุณกลุ่มผู้ค้า ผู้ปลูกชาเชียงรายทุกท่านที่ช่วยตอบแบบสอบถามสำหรับงานวิจัย และให้คณะวิจัยได้มีโอกาสเข้าไปเก็บข้อมูลในแหล่งปลูก และผลิตชาต่างๆ ขอบคุณผู้ร่วมวิจัย และ ผู้ช่วยวิจัยทุกท่านที่ทุ่มเทแรงกายและใจเพื่องานวิจัยนี้

พนม วิญญายอง

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	**บทนำ**	
	1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.5 หน่วยงานที่จะนำไปใช้ประโยชน์	2
บทที่ 2	**เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**	
	2.1 ประวัติของชา	3
	2.2 พันธุ์ชา	3
	2.3 สารเคมีในใบชา	8
	2.4 Polyphenol สารที่มีความสำคัญต่อสุขภาพในใบชา	9
	2.5 Flavonols หรือ catechins ในใบชา	9
	2.6 ปริมาณ catechins ที่แตกต่างกันในชาอัสสัม (*assamica*) และชาจีน (*sinensis*)	10
	2.7 ชากับการออกฤทธิ์เป็น antioxidants	11
	2.8 ประโยชน์ของชาต่อสุขภาพทางด้านอื่นๆ นอกเหนือจาก antioxidation	12
	2.9 Caffeine และสารสำคัญอื่นๆ ในใบชา	13
	2.10 กระบวนการผลิตชา	14
บทที่ 3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	
	3.1 รวบรวมข้อมูลเพื่อทำฐานข้อมูลชาเชียงราย	21
	3.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของชาเชียงราย	22
	3.3 การตรวจวิเคราะห์หา Catechins, Caffeine และ Tannin ในตัวอย่างชา	24
	3.4 การตรวจหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในตัวอย่างชา	28
	3.5 การศึกษาฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชา	33

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการศึกษาวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย**	
	4.1 ข้อมูลชาเชียงราย	35
	4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของชาเชียงราย	40
	4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ Catechins, Caffeine และ Tannins ในตัวอย่างชา	44
	4.4 ผลการตรวจหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในตัวอย่างชา	48
	4.5 ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชา	52
บทที่ 5	**สรุปและข้อเสนอแนะ**	60
เอกสารอ้างอิง		62
ภาคผนวก		66

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	สารเคมีสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลักในใบชาสด	8
ตารางที่ 2.2	ความแตกต่างของปริมาณ สารเคมีสำคัญในใบชาสดต่างสายพันธุ์กัน	10
ตารางที่ 2.3	ผลการวิเคราะห์ polyphenols ของชาสายพันธุ์ *sinensis* ในฤดูกาลที่แตกต่างกัน	11
ตารางที่ 2.4	ปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ภายในร่างกาย และโรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	12
ตารางที่ 4.1	พื้นที่ปลูก และผลผลิตชาประเทศไทย	35
ตารางที่ 4.2	พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตชาของจังหวัดต่างๆ ปี 2546	36
ตารางที่ 4.3	พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตชาจังหวัดเชียงรายแบ่งตามอำเภอต่างๆ	37
ตารางที่ 4.4	พื้นที่เพาะปลูกพืชเกษตรและผลผลิตในจังหวัดเชียงราย ปี 2546	38
ตารางที่ 4.5	รายการตัวอย่างชาที่นำมาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ	40
ตารางที่ 4.6	ผลการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของชาเชียงราย	42
ตารางที่ 4.7	ผลการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติเคมีของชาเชียงราย	45
ตารางที่ 4.8	จำนวนเชื้อแบคทีเรียที่สามารถโตได้ในที่ที่มีอากาศโดยรวมบนอาหาร nutrient agar	48
ตารางที่ 4.9	ปริมาณ Yeast และ Mold ที่สามารถโตได้บนอาหาร Potato dextrose agar	49
ตารางที่ 4.10	ผลการตรวจหาปริมาณของ coliform bacteria	50
ตารางที่ 4.11	ปริมาณ *S. aureus* บนอาหาร manital egg-yolk + kanamycin	51
ตารางที่ 4.12	ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากใบชา	54
ตารางที่ 4.13	ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากใบชาเปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะ	58

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1	ลักษณะใบของพันธุ์ชาจีน (*Camellia sinensis* var. *sinensis)*	5
รูปที่ 2.2	เมี่ยงที่ได้จากใบชาพันธุ์อัสสัม	6
รูปที่ 2.3	ลักษณะใบของพันธุ์ชาอัสสัม (*Camellia sinensis* var. *assamica)*	7
รูปที่ 2.4	ขั้นตอนการผลิตชาเขียว	17
รูปที่ 2.5	ขั้นตอนการผลิตชาดำ หรือ ชาแดง	18
รูปที่ 2.6	ขั้นตอนการผลิตชาอูหลง	20
รูปที่ 4.1	การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *M. luteus* ของสารสกัดจากใบชาสด	55
รูปที่ 4.2	การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *M. luteus* ของสารสกัดจากชาแห้ง	56
รูปที่ 4.3	การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *M. luteus* ของยาปฏิชีวนะ	57

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จังหวัดเชียงรายเป็นจังหวัดหลักในการเพาะปลูกชา เนื่องจากเชียงรายมีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงเหมาะสำหรับการปลูกชา ซึ่งปลูกมากในแถบดอยวาวี และดอยแม่สลอง อย่างไรก็ดีผู้ปลูกชาของจังหวัดเชียงรายได้พัฒนาจนสามารถปลูกชาได้ในพื้นที่ราบ เช่น แถบอำเภอแม่ลาว เป็นต้น ชาที่ปลูกในแถบจังหวัดเชียงรายมีทั้งพันธุ์พื้นเมือง เช่น ชาอัสสัม ปลูกมากในแถบดอยวาวี ส่วนพันธุ์ที่นำมาจากประเทศจีนและไต้หวัน เป็นพันธุ์อูหลง อูหลงก้านอ่อน เป็นต้นปลูกมากบนดอยแม่สลอง และอำเภอแม่ลาว ชาที่ได้นอกจากใช้ในการบริโภคในประเทศแล้ว ยังส่งออกไปจำหน่าย ณ ต่างประเทศ เช่นไต้หวัน ตะวันออกกลาง อเมริกา และประเทศทางแถบยุโรป มูลค่าการส่งออกปีละกว่าร้อยล้านบาท (หอการค้าจังหวัดเชียงราย, สัมภาษณ์)

การปลูกชาในจังหวัดเชียงราย เริ่มจากความสนใจของผู้ปลูกเอง ฉะนั้นข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกชายังไม่ทราบแน่ชัด เช่นพันธุ์ที่ใช้ เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิตต่อไร่ การลงทุน รวมถึงกระบวนการผลิตที่ใช้ และมาตรฐานคุณภาพของชาที่ได้ ยังไม่มีผู้รวบรวม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางในการส่งเสริมสินค้าประเภทชา ซึ่งเป็นสินค้าที่มีอนาคต เนื่องจากผู้บริโภคหันมานิยมดื่มชากันมากขึ้น ด้วยผู้บริโภคตระหนักถึงคุณลักษณะในชาว่ามีสาร antioxidant เช่น พวก polyphenols ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์สำคัญที่มีความเป็นไปได้ในการรักษาและป้องกันโรคเช่นมะเร็ง เป็นต้น ดังนั้นควรมีการส่งเสริมให้ชาเป็นอาหารเสริมสุขภาพได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ตลาดชาขยายออกได้วงกว้างมากขึ้น ทั้งยังส่งผลให้มูลค่าในตลาดของชาเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะออกสำรวจและรวบรวมข้อมูลการผลิต กระบวนการผลิต และการตลาดของชาในประเทศไทยแล้ว ยังจะวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพและ ชีวภาพ ของชาจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในจังหวัดเชียงราย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้ทราบว่าสถานภาพการผลิตชาในปัจจุบัน ก่อนจะเป็นข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ นำไปสู่การทำงานวิจัยเกี่ยวกับชา เพื่อการสร้างองค์ความรู้ การประยุกต์ และการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในฐานะที่ชาเป็นพืชหลักอีกพืชหนึ่งของเชียงราย อันเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง มหาวิทยาลัยน่าจะมีส่วนร่วมในการพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสถานภาพด้านคุณลักษณะชาเชียงราย

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 รวบรวมข้อมูลปัจจุบัน ของพื้นที่การเพาะปลูกชาในจังหวัด พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลปัจจุบันของตลาดชา

1.3.2 ศึกษาหาข้อมูลปัจจุบันของ พันธุ์ชาที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

1.3.3 ศึกษาหา ความแตกต่างของคุณลักษณะเฉพาะในชา แต่ละชนิดที่มีการเพาะปลูกในเชียงราย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นพื้นฐานการวิจัยขั้นต่อไป

1.4.2 เป็นการบริการความรู้แก่ภาคธุรกิจ

1.5 หน่วยงานที่จะนำไปใช้ประโยชน์

1.5.1 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

1.5.2 หอการค้าจังหวัดเชียงราย

1.5.3 ชมรมผู้ปลูกและผู้ค้าชาเชียงราย

1.5.4 ผู้ค้าชาเชียงรายทั่วไป

บทที่ 2 เอกสาร และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติของชา

ชาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพรชนิดหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันมานาน โดยหลักฐานทางประวัติศาสตร์นั้นระบุว่า ประเทศจีน เป็นประเทศแรกของโลกที่มีการดื่มชา และหลังจากการมีการติดต่อค้าขายกันระหว่างประเทศชาก็ได้แพร่หลายไปยังประเทศต่างๆทั่วโลก มีการเพาะปลูกขยายพันธุ์ไปตามแหล่งปลูกต่างๆ และด้วยรสชาติและกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ทำให้เครื่องดื่มชาเป็นที่นิยมอย่างรวดเร็วของประชากรทั่วทุกภูมิภาคของโลก การค้นพบเครื่องดื่มชานั้นมีประวัติศาสตร์ที่ยาวนาน และได้เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม วิถีชีวิต ศิลปวัฒนธรรม เศรษฐกิจ และสุขภาพของผู้คนในยุคโบราณมาจนถึงปัจจุบัน เชื่อกันว่าการใช้ประโยชน์จากใบชานั้นมีมาตั้งแต่ 5000 ถึง 6000 ปีก่อน ซึ่งในยุคนั้นชาได้ถูกใช้เป็นพืชสมุนไพรเพื่อการรักษาโรคต่างๆเป็นหลัก โดยรับประทานใบชาสดที่มีรสชาติขมเพื่อรักษาโรค

การดื่มชานั้นคาดว่าเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 2,167 ปีก่อนคริสตกาลโดยจักรพรรดิ Shen Nung ของจีน (Chen, 1994) เรื่องชาถูกบันทึกไว้ในหนังสือจีนชื่อ “Er Ya : On Tea” และถูกบันทึกในหนังสือชื่อ “Tea Classic” โดย Lu Yu ซึ่งมีการบันทึกเนื้อหาเรื่องต้นกำเนิดของชา เครื่องมือการผลิตชา อุปกรณ์การชงขา วิธีการดื่มชา ฯลฯ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538) ชาถูกเผยแพร่เพื่อนำไปปลูกในประเทศต่าง ๆ เช่น ปี ค.ศ. 815 ได้มีการนำชาจากประเทศจีนเข้าประเทศญี่ปุ่น และเริ่มมีการผลิตชาเขียวในระยะเวลาใกล้เคียงกัน จากนั้นประเทศอินเดีย โดยบริษัท British East India Company ก็นำชาเข้าสู่ประเทศและเริ่มมีการผลิตชาดำขึ้น สำหรับการปลูกชาในประเทศไทยนั้นพบว่าแหล่งกำเนิดอยู่ตามภูเขาทางภาคเหนือของประเทศ ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน แพร่ น่าน ลำปางและตาก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538)

2.2 พันธุ์ชา

ชา เป็นพืชชนิดหนึ่ง ซึ่งทางอนุกรมวิธาน (Linneus, 1753) ได้จัดหมวดหมู่ของ ชา ไว้ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า	*Camellia sinensis*
ตระกูล (Family)	*Theaceae*
วงศ์ (Genus)	*Camellia*

และได้แบ่งสายพันธุ์ย่อยออกเป็นสองกลุ่มหลักได้แก่

2.2.1 *Camellia sinensis* var. *sinensis*

ชาสายพันธุ์ *sinensis* หรือ ชาจีน นั้นในจังหวัดเชียงรายมีการปลูกกันอย่างมากมายในรูปแบบของการเกษตรที่เป็นระบบ เพราะสายพันธุ์นี้ต้องการการดูแลเอาใจใส่ในการปลูกมาก ชาในสายพันธุ์ *sinensis* จะมีพันธุ์ต่างๆ มากมายซึ่งได้มากจากการทดลองผสมพันธุ์ชาจากแหล่งต่างๆ เข้าด้วยกัน พันธุ์ที่นิยมปลูกในจังหวัดเชียงรายมีดังนี้

ชาพันธุ์ อูหลงก้านอ่อน
ชาพันธุ์ อูหลงเบอร์ 12
ชาพันธุ์ ชิงชิงอูหลง
ชาพันธุ์ ถิกวนอิม
ชาพันธุ์ สี่ฤดู

ชาแต่ละพันธุ์ก็จะมีลักษณะทางกายภาพ ขนาดและลักษณะใบที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งให้รสชาติของน้ำชาที่เป็นเอกลักษณ์แตกต่างกัน ปัจจุบันมีการทดลองนำเอาชาจีนพันธุ์ใหม่ๆ เข้ามาปลูกในเขตพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงราย ส่วนใหญ่นำเอากล้าพันธุ์มาจากประเทศไต้หวัน นำมาทดลองปลูกเพื่อให้ได้พันธุ์ชาที่สามารถเจริญเติบโตกับสภาพพื้นที่ในจังหวัดเชียงราย มีการคัดเลือกพันธุ์ชาที่มีคุณภาพและตรงกับความต้องการของตลาด มีการขยายพันธุ์เพิ่มพื้นที่ปลูกกันต่อไปยังเกษตรกรรายอื่นๆ ที่ต้องการกล้าชาคุณภาพดี ชาสายพันธุ์จีนเหล่านี้ต้องการการดูแลในขณะปลูกอย่างพิถีพิถัน ต้องมีการจัดการน้ำ การเกษตรอย่างเป็นระบบ ทำให้เมื่อนำมาผลิตเป็นชาเพื่อชงดื่มแล้วราคาของชาที่ได้จากพันธุ์ต่างๆ ข้างต้นจึงมีราคาค่อนข้างสูง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชากลุ่มพันธุ์ชาจีน เป็นดังนี้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)
ลักษณะลำต้น เป็นพุ่มไม้ขนาดเล็ก ผิวลำต้นเรียบ สูงประมาณ 1-6 เมตร กิ่งอายุน้อยค่อนข้างแข็งแรง กิ่งอ่อนปกคลุมด้วยขนอ่อน กิ่งอายุมากจะเป็นสีเทา
ลักษณะใบ มีก้านใบสั้น แผ่นใบมีปลายใบโค้งมน บางครั้งอาจพบว่าแผ่นใบค่อนข้างกลม ใบมีความกว้างประมาณ 2.0 – 3.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5.0 – 10.0 เซนติเมตร ขอบใบหยักเป็นรูปโค้งเล็กน้อย ส่วนปลายของหยักฟันเลื่อยมีสีดำ แผ่นใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม กาบหุ้มใบยาวประมาณ 8.0 มิลลิเมตร ด้านนอกของกาบจะปกคลุมด้วยขนอ่อน (รูปที่ 2.1)

รูปที่ 2.1 ลักษณะใบของพันธุ์ชาจีน (*Camellia sinesis* var. *sinensis*)

ลักษณะดอก พบว่าจะมีการเจริญตาบริเวณง่ามใบบนกิ่ง ในแต่ละตาจะประกอบด้วยตาที่จะเจริญไปเป็นกิ่งใบอยู่ด้านบนของตา ส่วนด้านล่างจะประกอบด้วยตาที่เจริญเป็น 1 – 2 ดอกต่อตา แต่บางครั้งอาจพบว่ามีจำนวนดอกประมาณ 2 – 7 ดอก/ตา ก้านและดอกยาวรวมกันประมาณ 12.0 – 15.0 มิลลิเมตร ส่วนของก้านยาวประมาณ 8.0 – 10.0 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงมีจำนวน 5 – 6 กลีบ แต่ละกลีบจะมีขนาดไม่เท่ากัน มีรูปทรงโค้งมน ยาวประมาณ 3.0 – 5.0 มิลลิเมตร กลีบดอกติดอยู่วง corolla ที่มีลักษณะถ้วยหงายตื้นๆ ยาวประมาณ 1.5 – 2.0 เซนติเมตร กลีบดอกมีจำนวน 7 – 8 กลีบ ส่วนโคนกลีบติดกับฐานดอกแคบ ส่วนปลายกลีบบานออก กลีบดอกมีความยาวประมาณ 1.0 – 2.0 เซนติเมตร กว้างประมาณ 0.8 – 2.3 เซนติเมตร เกสรตัวผู้มีจำนวนมากประกอบด้วยอับละอองเกสรสีเหลืองติดอยู่ที่ส่วนปลายของก้านชูอับละอองเกสรสีขาว ยาวประมาณ 8.0 – 13.0 มิลลิเมตร ส่วนล่างของก้านติดกันเป็นวงกว้างประมาณ 1.0 – 2.0 มิลลิเมตร วงของเกสรตัวเมียยาวประมาณ 8.0 – 12.0 มิลลิเมตร ประกอบด้วยรังไข่ที่ปกคลุมด้วยขน ปากเกสรตัวเมีย (style) มีลักษณะเป็นก้านกลม ส่วนปลายแบ่งออกเป็น 3 แฉก ภายในรังไข่แบ่งออกเป็น 3 ช่อง

ลักษณะผล เป็นผลชนิดแคปซูล ขนาดผลเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.0 – 4.0 เซนติเมตร เมื่อผลแก่เต็มที่เปลือกจะแตกออก

ลักษณะเมล็ด มีลักษณะกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10.0 – 14.0 มิลลิเมตร ผิวของเมล็ดเรียบ มีสีน้ำตาล หรือ น้ำตาลอมแดง หรือ น้ำตาลเข้มเกือบดำ

2.2.2 *Camellia sinensis* var. *assamica*

ชาสายพันธุ์ *assamica* มีการเรียกขานได้หลายชื่อที่เป็น "ชาอัสสัม" หรือ "ชาพื้นเมือง" หรือ "ชาป่า" ชาอัสสัม มีแหล่งกำเนิดมาจากประเทศอินเดีย ชาอัสสัม จะมีลักษณะใบชาที่ใหญ่กว่าชาพันธุ์จีนที่กล่าวมาข้างต้น เป็นพันธุ์ชาที่เจริญเติบโตได้ดีตามป่าที่มีร่มไม้ และแสงแดดผ่านได้พอประมาณ

ชาป่านี้มีการนำมาปลูกแรกเริ่มโดยชาวไทยภูเขาในเขตบนดอยต่างๆ ของจังหวัดเชียงราย นอกจากนำมาคั่วเพื่อชงดื่มแล้วยังมีการนำเอาใบแก่ของชามาทำเป็น "เมี่ยง" (รูปที่ 2.2) ซึ่งเป็นการนำเอาใบชาอัสสัมมาหมักโดยการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นลักษณะคล้ายๆ กับการดองใบชา นิยมใช้เคี้ยวบริโภค "เมี่ยง" จึงเป็นของทานเล่นของคนในจังหวัดในภาคเหนือที่มีรสชาติฝาด โดยนิยมนำมาเคี้ยวเพื่อดูดทานน้ำที่ได้จากใบชาหมัก แล้วคายกากทิ้งไป นิยมรับประทานยามว่างหรือขณะทำงานเพื่อแก้ง่วง อาจมีการเพิ่มรสชาติโดยการเติมเกลือ ขิง แล้วแต่วัฒนธรรมการบริโภคภายในท้องถิ่น ในปัจจุบันความนิยมในการดื่มเมี่ยงนั้นได้ลดลง

ก.

ข.

รูปที่ 2.2 เมี่ยงที่ได้จากใบชาพันธุ์อัสสัม (ก: ใบเมี่ยงสด, ข: เมี่ยงหมัก)

อย่างไรก็ตามการปลูกชาอัสสัมเพื่อนำใบชาไปผลิตเป็นชาเพื่อชงดื่มนั้นได้แพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากการดูแลรักษาที่ง่ายกว่าการปลูกชาสายพันธุ์จีน ทำให้ต้นทุนการผลิตชาไม่สูงมากนัก และใบชาที่ได้สามารถนำไปผลิตเป็นชาดำ หรือ ชาเขียวได้ เป็นที่ต้องการของตลาดถึงแม้ราคาจะต่ำกว่าใบชาสายพันธุ์จีนก็ตาม

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชากลุ่มพันธุ์ชาจีน เป็นดังนี้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)
ลักษณะลำต้น เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง – ใหญ่ ผิวลำต้นเรียบ กิ่งอายุน้อยค่อนข้างแข็งแรง กิ่งอ่อนปกคลุมด้วยขน ชาในกลุ่มนี้มีลักษณะเป็นไม้ขนาดใหญ่ บางครั้งอาจพบ ได้ว่ามีความสูงถึง 17.0 เมตร และมีขนาดใหญ่กว่าชาในกลุ่มชาจีนอย่างเด่นชัด กิ่งอายุมากจะเปลี่ยนเป็นสีเทา
ลักษณะใบ มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ปลายใบแหลม การเรียงตัวของใบบนกิ่งเป็นแบบสลับและเวียน (spiral) ใบมีความกว้างประมาณ 3.0 – 6.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 7.0 – 16.0 เซนติเมตร แต่บางครั้งอาจพบได้ว่าใบมีขนาดใหญ่กว่าที่กล่าว คือมีใบกว้าง 5.6 – 7.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 17.0 – 22.0 เซนติเมตร ขอบใบมีหยักเป็นฟันเลื่อยเด่นชัด จำนวนหยักฟันเลื่อยเฉลี่ยประมาณ 9 หยัก/ความยาวขอบใบ 1 นิ้ว ส่วนของก้านใบและด้านท้องใบมีขนปกคลุม แผ่นใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม (รูปที่ 2.3)

รูปที่ 2.3 ลักษณะใบของพันธุ์ชาอัสสัม (*Camellia sinesis* var. *assamica*)

ลักษณะดอก พบว่าจะมีการเจริญจากตาบริเวณง่ามใบบนกิ่ง ในแต่ละตาจะประกอบด้วยตาที่จะเจริญไปเป็นกิ่งใบอยู่ด้านบนของตา ส่วนใหญ่ดอกจะออกติดกันเป็นกลุ่ม ช่อละประมาณ 2 –4 ดอก/ตา ก้านดอกยาวประมาณ 10.0 – 12.0 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงมีจำนวน 5 – 6 กลีบ แต่ละกลีบจะมีขนาดไม่เท่ากัน มีรูปทรงโค้งมนยาว กลีบดอกติอยู่กับวง corolla ที่มีลักษณะคล้ายถ้วยหงาย กลีบดอกมีจำนวย 5 – 6 กลีบ ส่วนโคนกลีบติดกับฐานดอกแคบ ส่วนปลายกลีบบานออก วงเกสรตัวผู้ประกอบด้วยอับละอองเกสรสีเหลือง ติดอยู่ที่ส่วนปลายของก้านชูอับละอองเกสรสีขาว ซึ่งยาวประมาณ 5.0 มิลลิเมตร เกสรตัวเมีย (style) มีลักษณะเป็นก้านกลม ภายในรังไข่แบ่งออกเป็น 1 – 3 ช่อง ดอกเมื่อบานเต็มที่จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.65 เซนติเมตร

ลักษณะผล เป็นผลชนิดแคปซูล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 11.0 – 12.0 มิลลิเมตร ผิวของเมล็ดเรียบ แข็ง มีสีน้ำตาล หรือ น้ำตาลอมแดง หรือน้ำตาลเข้มเกือบดำ

2.3 สารเคมีในใบชา

จากการใช้ใบชามาทำเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกันอย่างเห็นผลจากอดีตจนถึงปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการวิเคราะห์สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในใบชาสดจากหลากหลายสายพันธุ์ โดยเขียนเป็นตารางสรุปองค์ประกอบทางเคมีสำคัญของใบชาสดแสดงดังนี้ (Zhen, 2002)

ตารางที่ 2.1 สารเคมีสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลักในใบชาสด

Components	**Dry weight (%)**
Soluble in water	
Flavonols	
(-) – EGCG	9.0 – 14.0
(-) – EGC	4 .0– 7.0
(-) – ECG	2.0 – 4.0
(-) – EC	1.0 – 3.0
(+) – GC	1.0 – 2.0
(+) – C	0.5 – 1.0
minor catechin	0.4.– 1.0
Flavonol glucosides	3.0 – 4.0
Proanthocyanidins	2.0 – 3.0
Caffeine	3.0 – 4.0
Amino acids	2.0 – 4.0
Carbohydrates	3.0 – 5.0
Organic acids	0.5 – 2.0
Saponins	0.04 – 0.07
Pigments	0.5 – 0.8

Vitamins	0.6 – 1.0
Soluble minerals	2.0 – 4.0
Insoluble or Slightly soluble in water	
Cellulose	6.0 – 8.0
Lignin	4.0 – 6.0
Polysaccharides	4.0- 10.0
Lipids	2.0 – 4.0
Insoluble pigments	0.5
Insoluble minerals	1.5 -3.0
Volatiles	0.01 – 0.02

2.4 Polyphenol สารที่มีความสำคัญต่อสุขภาพในใบชา

ในใบชาสดนั้นจะมีสารเคมีกลุ่มใหญ่ที่เรียกว่า polyphenol อยู่ประมาณ 20 – 35% โดยน้ำหนัก ขึ้นอยู่กับหลายๆ องค์ประกอบเช่น ความแตกต่างของสายพันธุ์ พื้นที่เพาะปลูก หรือฤดูกาลปลูก (Zhen, 2002) โดยคำจำกัดความ polyphenol หมายถึงสารเคมีที่มีสูตรโครงสร้างที่มี phenol เป็นองค์ประกอบตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป (Bradfield *et al.*, 1948)

จากตารางที่ 2.1 จะพบว่า polyphenol ที่มีมากในใบชานั้นจะเป็นสารกลุ่ม Flavonols ซึ่งมีปริมาณ 60 – 80 % จาก polyphenol ทั้งหมดในใบชา หรือคิดเป็น 18 – 32% ต่อน้ำหนักใบชาสด ในบางครั้งเราอาจเรียกสารพวก Flavonols ในใบชานี้ว่าเป็นสารพวก Catechins (Bradfiled *et al.*, 1948)

2.5 Flavonols หรือ catechins ในใบชา

Catechins ในใบชานั้นจะแบ่งออกเป็น 8 ชนิดด้วยกันดังนี้ (Tirimanna, 1967)

Major catechins

(-) – EGCG Epigallocatechin 3-gallate

(-) – EGC Epigallocatechin

(-) – ECG Epicatechin 3-gallate

(-) – EC Epicatechin

(+) – GC Gallocatechin

(+) – C Catechin

Miner catechins

(-) – CG Catechin gallate

(-) - GCG Gallocatechin gallate

สาร catechins เหล่านี้สามารถพบได้ทุกส่วนในต้นชา แต่จะพบในปริมาณมากตรงส่วนยอดของใบชารวมไปถึงใบที่สองและที่สาม ถัดมาจากยอด (Zhen, 2002) ซึ่งจะสัมพันธ์กับการเก็บเอาเฉพาะส่วน "สองใบกับหนึ่งยอด" ของใบชาสดมาเข้าขบวนการผลิตชาแบบต่างๆ เพื่อให้ได้ชาดีมีคุณภาพ มีปริมาณ catechins สูง (ไร่ชาวังสุวิรุฬ, สัมภาษณ์)

2.6 ปริมาณ catechins ที่แตกต่างกันในชาอัสสัม (*assamica*) และ ชาจีน (*sinensis*)

ในใบชาแต่ละสายพันธุ์จะมีปริมาณ catechins ที่แตกต่างกันไป โดย Kada และคณะ (1985) ได้ทำการศึกษาและสรุปไว้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างของปริมาณ สารเคมีสำคัญในใบชาสดต่างสายพันธุ์กัน

สายพันธุ์	สารเคมี (% dry weight)					
	Polyphenol					Caffeine
	C	EC	EGC	ECG	EGCG	
var. *sinensis*	0.07	1.13	2.38	1.35	8.58	2.78
var. *assamica*	0.02	1.44	0.35	3.35	12.10	2.44

จะเห็นว่า EGCG และ ECG จะพบในปริมาณสูงในชา *assamica* ส่วนในชา *sinensis* จะพบ EGC ในปริมาณที่สูงกว่า

นอกจากสายพันธุ์ที่แตกต่างแล้ว ฤดูกาลเพาะปลูกก็ยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อปริมาณ polyphenols โดย Lea and Swoboda (1957) ได้ทดลองเก็บตัวอย่างชาในฤดูต่างๆ ของชาสายพันธุ์ *sinensis* ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ polyphenols ของชาสายพันธุ์ *sinensis*ในฤดูกาลที่แตกต่างกัน

Polyphenols	Season	
	Spring	Summer
C	trace	0.07
GC	trace	trace
EC	1.50	1.50
ECG	2.80	4.10
EGC	4.00	3.70
EGCG	8.80	12.20

จะเห็นได้ว่าในช่วงฤดูร้อน ปริมาณ polyphenol ต่อน้ำหนักชาแห้งจะมีค่ามากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณน้ำที่ลดลงในการเพาะปลูกทำให้ความเข้มข้นของสาร polyphenols ต่อน้ำหนักใบแห้งเพิ่มสูงขึ้นจากปริมาณน้ำในใบที่ลดลง เพราะฉะนั้นจึงส่งผลให้การกำหนดราคาชานั้น ขึ้นอยู่กับฤดูการผลิตชานั้นด้วย

2.7 ชา กับการออกฤทธิ์เป็น antioxidants

"น้ำชา" และ "สารสกัดจากชา" โดยเฉพาะสารกลุ่ม catechins ในชาได้ถูกนำมาทดสอบคุณสมบัติทางเคมี และทางด้านเภสัชวิทยากันอย่างแพร่หลาย คุณสมบัติเด่นของ catechins คือ คุณสมบัติของการเป็น antioxidant (สารต่อต้านอนุมูลอิสระ) ที่มีประสิทธิภาพสูง (Lea and Swoboda, 1957) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง EGCG ซึ่งเป็นสารที่พบได้ในปริมาณสูงและเฉพาะในใบชาเท่านั้น (Oshima, 1936) จึงเป็นสารสำคัญหลักในใบชาที่นักวิทยาศาสตร์สนใจในการนำมาทดสอบและทำการวิจัยทางด้านการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์และเภสัชกรรม

อนุมูลอิสระ (free-radicals) หมายถึง ไอออน (ion) หรือ โมเลกุล (molecule) ไม่เสถียร และไวต่อการเกิดเกิดปฏิกิริยา oxidation กับ โมเลกุลอื่น oxidation ที่เกิดจากอนุมูลอิสระภายในร่างกายจะทำให้โมเลกุล ต่างๆที่อยู่ใน DNA หรือ organelles หรือ cells ถูกทำลาย (Dai *et al.*, 2006) ร่างกายคนปกติจะมีการเกิดของ อนุมูลอิสระที่เกิดจาก metabolism และการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ภายในร่างกาย อย่างไรก็ตามร่างกายก็มีการใช้สาร antioxidants ที่มีอยู่เป็นตัวไปยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ที่จะเป็นอันตราย ในบางสภาวะที่ร่างกายอยู่ในภาวะที่เรียกว่าอนุมูลอิสระเกิน (oxidative stress) ซึ่งอาจเกิดจากภาวะบกพร่องบางอย่างเช่น ภาวะธาตุเหล็กเกิน (iron overloaded) ในผู้ป่วย Thalassemia อนุมูลอิสระที่มีมากกว่าปกติก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย (Mavrogeni *et al.*, 2004)

สาร catechins โดยเฉพาะ EGCG ที่มีมากในใบชา สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยา oxidation ที่เป็นอันตรายต่อร่างกายได้ การดื่มชาที่มี EGCG เป็นองค์ประกอบจะสามารถช่วยลดปัญหาทางสุขภาพที่เกิดจากเกิด oxidation ที่เป็นอันตราย นอกจากภาวะ oxidative stress ที่ร่างกายมีอนุมูลอิสระมากเกินไป ปฏิกิริยา oxidation อาจเกิดได้จากสาเหตุอื่นๆ อีก ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ภายในร่างกาย และโรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

Source of oxidation	Disease
Electron transport ใน mitochondria	โรคหัวใจ
สารพิษ, ควันไฟ, สารเคมี	โรคหลอดเลือดแข็งตัวหรือ หลอดเลือดตีบตัน
UV, x-ray, gamma ray	โรคมะเร็ง
Oxidative stress	Alzheimer
Reactive Oxygen Species (ROS)	เบาหวาน
H_2O_2	ต้อกระจกตา
อิออนอิสระ ทองแดง เหล็ก	ชราภาพ
	โรคไขข้ออักเสบ

ฉะนั้นการดื่มชาเป็นประจำจึงทำให้ลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคดังกล่าวข้างต้น มีรายงานการวิจัยที่ให้ผลสนับสนุนคุณสมบัติของชาในการรักษาโรค โดยเฉพาะโรคหัวใจ (Gua *et al.*, 1996) กับโรคมะเร็ง (Oguni *et al.*, 1992) นั้น ได้มีกลุ่มวิจัยหลายแห่งตามสถาบันการวิจัยต่างๆให้ความสนใจและทำการทดสอบคุณสมบัติเหล่านี้ของใบชา รวมทั้งมีแหล่งเงินทุนสนับสนุนจากแหล่งต่างๆ เพื่อใช้ในการสนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการป้องกัน และรักษาโรคที่คุกคามชีวิตมนุษย์

2.8 ประโยชน์ของชาต่อสุขภาพทางด้านอื่นๆ นอกเหนือจาก antioxidation

นอกจากชาจะมีสารที่มีคุณสมบัติเป็น anti-oxidants แล้วนั้น สารในกลุ่ม polyphenols ในชายังมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพทางด้านอื่นๆ อีก โดยมีรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนคุณสมบัติเหล่านี้ เช่น

Antibacteria action โดยที่สารสกัดจากชาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางกลุ่ม ที่ก่อให้เกิดโรคหรือที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ (Ahn *et al.*, 1991)

Lipid lowering effects สามารถลดระดับไขมันในเส้นเลือดได้ (Matsumoto *et al.*, 1998)

Antiviral action สามารถยับยั้ง หรือทำลาย virus บางชนิดได้ (Nakayama *et al.*, 1993)

Effects on intestinal flora สามารถกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้ (Yamane *et al.*, 1995)

Prevention of dental caries สามารถป้องกันฟันผุได้ โดยไปกำจัด bacteria ที่เป็นต้นเหตุในปากได้ (Sakanaka *et al.*, 1990)

Deodorizing effects ความสามารถในการดูดซับกลิ่นของชา (Yasuda and Arakawa, 1995)

2.9 Caffeine และสารสำคัญอื่นๆ ในใบชา

จากตาราง 2.1 แสดงสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในใบชาสดในหัวข้อที่ 2.3 จะเห็นว่าชาเป็นพืชที่มี caffeine เป็นส่วนประกอบหลักอยู่มาก ซึ่งอาจมีมากถึง 5% เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น เมล็ดกาแฟมี caffeine เป็นองค์ประกอบประมาณ 1.5% และเมล็ด cola มี caffeine ประมาณ 1-2% อย่างไรก็ตามปริมาณ caffeine ที่เป็นผลลัพธ์สุดท้ายในเครื่องดื่มชาชนิดต่างๆ ก็จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการเตรียมน้ำชาก่อนดื่ม ที่ปริมาณ caffeine อาจเหลืออยู่ในปริมาณ ที่น้อยมากเมื่อเทียบกับที่มีอยู่ในใบชาสด

caffeine มีฤทธิ์ในการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง กระตุ้นการเต้นของหัวใจ การหายใจ และเพิ่มความดันของเลือด ทำให้ร่างกายตื่นตัวและมีสมาธิดีขึ้น ช่วยทำให้มีสมาธิในการเรียบเรียงข้อมูลได้ดีขึ้น ดังนั้นเครื่องดื่มที่มี caffeine ทั้งที่เป็น กาแฟ น้ำชา หรือ น้ำ cola จึงเป็นเครื่องดื่มที่นิยมในการดื่มเพื่อลดอาการง่วงซึม ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน (Rogers and Dernoncourt, 1998)

จากตาราง 2.1 จะเห็นว่าสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในทางสุขภาพในชายังมีอีกมากมายหลายกลุ่ม เช่น amino acids และ nitrogenous compounds ชนิดอื่นๆ โดยมี theanine และ glutamic acid เป็นกรดอะมิโนหลักที่พบในใบชา รองลงมาก็จะเป็น arginine และ asparitc acid ตามลำดับ สารที่น่าสนใจหลักได้แก่ theanine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่พบได้ในเฉพาะพืชในวงศ์ *Camellia* เท่านั้น

γ-aminobutyric acid (GABA) เป็นสารเคมีอีกตัวหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากมีฤทธิ์ในการ suppressive neurotransmitter และยังช่วยลดระดับของความดันโลหิต มีรายงานว่าในใบชาสดมีการเปลี่ยนรูปของ glutamic acid ไปเป็น GABA มีการวิจัยผลิตชาที่มี GABA สะสมอยู่เป็นปริมาณสูง โดยการเติม nitrogen gas และ carbon dioxide gas ให้กับต้นชาที่เพาะปลูก หรือมีกระบวนการผลิตชาที่มีเทคโนโลยีการเติม nitrogen gas ให้กับใบชา เหล่านี้เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจเพื่อพัฒนา

ผลิตภัณฑ์ (Streeter and Thompson, 1972) เนื่องจากสาร GABA มีคุณสมบัติทางยาในการรักษาผู้ป่วยที่เป็น Alzheimer และ Parkinson disease (Tsushida, 1990)

ในใบชาสดยังประกอบด้วยวิตามินชนิดต่างๆ เช่น วิตามินซี สารอนินทรีย์เฉพาะ เช่น aluminum, fluorine, และ manganese อีกทั้งยังพบสารพวกที่เป็น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และสารพวกที่เป็น volatines อีกกว่า 600 ชนิด (Yamanishi, 1995) ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการนำเอามาใช้ประโยชน์ต่อสุขภาพ หรือ พัฒนาการผลิตชาที่มีคุณภาพสูง ประกอบด้วยสารเคมีมีมีประโยชน์ในการรักษาและป้องกันโรคชนิดต่างๆ

2.10 กระบวนการผลิตชา

ใบชาสดที่นิยมนำมาผลิตชาเพื่อให้ได้คุณภาพชาที่ดีนั้น จะใช้ยอดชาที่มีลักษณะเป็นสองใบกับหนึ่งยอด มาเข้ากระบวนการผลิตที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ชาที่เป็นลักษณะเฉพาะ มีกลิ่น รสชาติน้ำชาที่แตกต่างกันออกไป ขั้นตอนการผลิตที่หลากหลายจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพชาในตอนสุดท้าย ทั้งนี้ยังรวมไปถึงชนิดของพันธุ์ชาที่นำมาใช้ในขบวนการผลิตชานั้นๆ ทำให้ชามีคุณภาพ และราคาที่แตกต่างกัน

โดยหลักการแล้ว การผลิตใบชาแห้งเพื่อชงดื่มนั้นก็คือ การเอาใบชาสดมาผึ่ง คั่ว นวด อบ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งลักษณะทางกายภาพ และทางเคมี โดยใช้พลังงานความร้อน และพลังงานกลที่เหมาะสมใน มีการใช้เครื่องมือในโรงงานชนิดต่างๆ มาสร้างผลิตภัณฑ์ การทำชาแห้งในครัวเรือนยังพบเห็นได้ในบางพื้นที่ โดยอาศัยเครื่องมือการผลิตและวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

ชาที่ใช้กระบวนการผลิตแบบชาเขียว

พันธุ์ชาที่นิยมนำมาผลิตได้แก่ชาพันธุ์อัสสัม ชาพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 เป็นต้น

ชาที่ใช้กระบวนการผลิตแบบชาอูหลง

พันธุ์ชาที่นิยมนำมาผลิตได้แก่ชาสายพันธุ์จีนทุกชนิด

ชาที่ใช้กระบวนการผลิตแบบชาดำ

พันธุ์ชาที่นิยมนำมาผลิตได้แก่ชาพันธุ์อัสสัม

การแบ่งชนิดของชาโดยอาศัยตามกระบวนการผลิตเป็นหลักนั้น เป็นการแบ่งชนิดของชาตาม degree of fermentation ซึ่งหมายถึงลักษณะของการผลิตชาชนิดนั้นๆ มีการปล่อยให้เกิดการ fermentation มากน้อยเพียงใด ทำให้สามารถจัดกลุ่มขบวนการผลิตชาออกเป็นแบบ และจำแนกชาออกมาเป็น 6 ชนิดดังนี้

Fermented tea processing เป็นชาที่มีการหมักอย่างสมบูรณ์

Black tea (ชาดำ)

Semi-fermented tea processing เป็นชากึ่งหมัก

Oolong tea (ชาอูหลง)

White tea (ชาขาว)

Non-fermented tea processing เป็นชาที่ไม่เกิดขบวนการหมักเลยในขบวนการผลิต

Green tea (ชาเขียว)

Yellow tea (ชาเหลือง)

Dark green tea (ชาเขียวเข้ม)

กระบวนการ fermentation หรือการหมักที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตใบชาแห้งนั้นไม่ได้หมายถึงขบวนการหมักโดยจุลินทรีย์เหมือนกับการหมักที่เราคุ้นเคยทั่วไป แต่ fermentation ในการผลิตชานั้นมีความหมายเฉพาะถึงการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีโดย enzyme ที่มีอยู่ในใบชานั้นๆ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีภายในใบชา ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วคือการเกิดปฏิกิริยาของสารพวก polyphenol ในใบชานั้นเอง

Enzyme หลักที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในใบชา

Polyphenol oxidase (PPO)

Catalase (CAT)

Peroxidase (PO)

Ascorbic acid oxidase (AAO)

ปฏิกิริยาเคมีหลักที่เกิดขึ้นกับ polyphenol ในกระบวนการผลิตชา

Oxidation

Hydrolysis

Polymerization

Transformation

Products ที่ได้จากการเกิด fermentation ของใบชาในกระบวนการผลิต

Theaflavins (TFs)

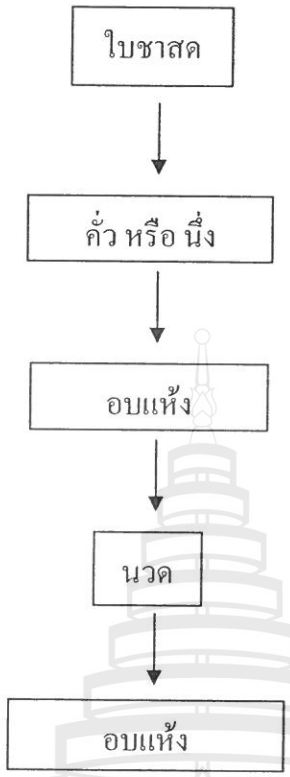
Thearubigin (TRs)

กระบวนการผลิตชาเขียว

ชาเขียวตามคำจำกัดความกล่าวไว้แล้วหมายถึง คือชาที่ได้จากกระบวนการผลิตที่เป็น non-fermented tea processing กล่าวคือเป็นกระบวนการที่ไม่ปล่อยให้เกิดขบวนการ fermentation เกิดขึ้นเลย โดยมีการยับยั้งปฏิกริยาเคมีต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้กับ polyphenol ในใบชาสด อาศัยความร้อนสูงไปทำให้ enzyme เสียสภาพ ไม่สามารถไปเปลี่ยนแปลงสารในกลุ่ม polyphenol ให้กลายเป็นสารเคมีชนิดอื่น

ชาเขียวจึงเป็นชาที่มีการคงอยู่ของปริมาณ catechin อยู่สูงเมื่อเทียบกับชาชนิดอื่น ทำให้มีการใช้ชื่อของชาเขียว หรือ green tea กันอย่างแพร่หลายเพื่อกล่าวอ้างถึงสรรพคุณในการใช้ประโยชน์ทางด้านสุขภาพ เนื่องมาจากการมีคุณสมบัติในด้านการป้องกันและรักษาโรคของสารเคมีกลุ่ม catechin ที่ยังคงอยู่ในปริมาณสูงในชาเขียวนั่นเอง

การผลิตชาเขียวในจังหวัดเชียงรายนิยมใช้ชาพันธุ์อัสสัม หรือ ชาพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 มาผลิต ซึ่งมีผลให้ราคาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะทางด้านรสชาติ กลิ่น ที่แตกต่างกัน โดยปกติชาเขียวที่ได้จากชาพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 จะมีราคาสูงกว่าสายพันธุ์อัสสัม และโดยทั่วไปนั้นการผลิตชาเขียวในจังหวัดเชียงรายจะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นชาแห้งที่มีลักษณะใบม้วนเป็นเส้นชา ซึ่งเมื่อผ่านการลวกหรือชงชาด้วยน้ำร้อน ใบชาจะคลายตัวออกมาเป็นรูปใบที่เป็นกากชา ซึ่งเราอาจสังเกตเห็นลักษณะที่เป็น “สองใบกับหนึ่งยอด” ของวัตถุดิบได้ชัดเจนอย่างที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น กระบวนการผลิตชาอูหลงได้แสดงไว้ใน รูปที่ 2.4



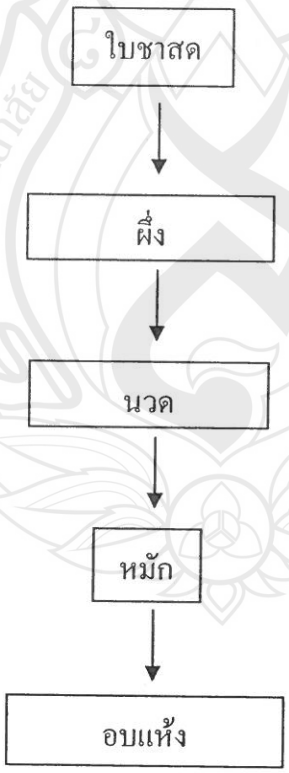
รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการผลิตชาเขียว

ขั้นตอนในการทำให้ enzyme เสียสภาพนั้น คือการนำเอาใบชาสดมาอบด้วยไอน้ำร้อนด้วยความรวดเร็วซึ่งจะเป็นเทคนิคการผลิตชาเขียวแบบญี่ปุ่น ในขณะที่จังหวัดเชียงรายนั้นนิยมใช้วิธีการคั่วด้วยความร้อนเป็นการทำให้ enzyme เสียสภาพ ซึ่งเป็นเทคนิคการทำชาเขียวแบบจีน จากนั้นก็จะมีการนวด คั่ว อบ ชาเพื่อเป็นการลดความชื้น และการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ในใบชา จนทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ชาที่แห้ง มีกลิ่นหอม และมีลักษณะทางกายภาพตามที่ต้องการ ขั้นตอนที่แสดงไว้ในแผนภาพเป็นขั้นตอนการผลิตชาเขียวโดยทั่วๆไป เทคนิคการผลิตชาเขียวในแต่และโรงงานนั้นยังมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งบางโรงงานก็จะมีเทคนิคที่เป็นความลับ เพื่อให้ได้ชาเขียวที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ เป็นที่นิยมของผู้บริโภค (การออกสำรวจภาคสนาม)

กระบวนการผลิตชาดำ หรือ ชาแดง

ชาดำหรือชาแดง จัดอยู่ในกลุ่มของชาที่มีการผลิตแบบ fermented tea processing หมายถึงเป็นการผลิตชาที่มีปล่อยให้เกิด fermentation อย่างเต็มที่ สาร polyphenol ในใบชาสดจะเปลี่ยนไปเป็น products ซึ่งก็ได้แก่สารพวก Theaflavins และ Thearubigins ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เมื่อชงดื่มแล้วจะได้ชาที่มีกลิ่นหอม น้ำชาจะมีสีน้ำตาลแดงเข้ม ตัวอย่างเช่นชา ลิปตัน

ชาดำนั้นจะเป็นชาที่มีผู้บริโภคสูงสุดในโลกเมื่อเทียบกับชาชนิดอื่น คนในประเทศแถบยุโรปโดยเฉพาะอังกฤษนิยมดื่มชาดำยามบ่ายตั้งแต่สมัยที่มีการนำเข้าชาจากอินเดียที่เป็นเมืองขึ้นในสมัยนั้น และยังเป็นที่นิยมเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน การผลิตชาดำนั้นมีมากในประเทศแถบอินเดีย ศรีลังกา ในจังหวัดเชียงรายนั้นมีการผลิตชาดำกันในบางพื้นที่โดยเฉพาะเขตอำเภอเวียงป่าเป้า พันธุ์ชาที่ใช้ผลิตชาดำนั้นได้แก่ชาพันธุ์อัสสัมที่ให้รสชาติของชาเข้มข้น และมีกลิ่นหอม การดื่มชาดำนิยมผสมน้ำตาลและนมลงไปเพื่อเพิ่มรสชาติ ในบางโรงงานผลิตมีการเติมสีผสมอาหารลงไปเพื่อให้ได้ชาที่มีสีแดง-ส้มเพื่อใช้ชงดื่มเป็น "ชาเย็น" ที่เป็นที่นิยมของคนไทยในปัจจุบัน กระบวนการผลิตชาดำ หรือ ชาแดงได้แสดงไว้ใน รูปที่ 2.5



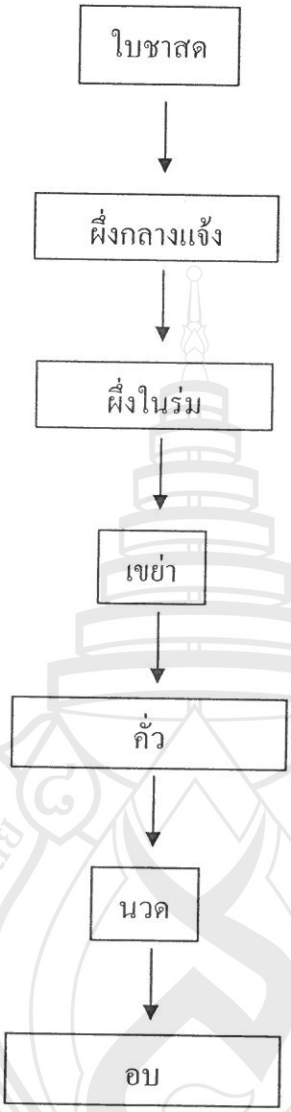
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการผลิตชาดำ หรือ ชาแดง

ขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่เกิดการ fermentation อยู่ในขั้นตอนของการ ผึ่ง หรือ withering เป็นการเอาใบชาสดมาผึ่ง ก่อนเข้าขบวนการนวด และในขั้น fermenting ที่มีการปล่อยให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดอย่างเต็มที่ก่อนที่จะมีการอบชาให้แห้งในขั้นตอนสุดท้าย การผลิตชาดำนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจจะเป็นลักษณะใบที่แห้งแตกหัก และในบางครั้งในการผลิตนิยมใช้ใบชาแก่ๆ นอกเหนือจากส่วนที่เป็น "สองใบกับหนึ่งยอด" มาผลิตชาดำ ทำให้ชาดำนั้นมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับชาที่ผลิตด้วยกระบวนการอื่นๆ

กระบวนการผลิตชาอูหลง

ชาอูหลง หรือ ชาจีนนั้น มีชื่อที่พ้องกับพันธุ์ชาเช่น "ชาอูหลงเบอร์ 12" หรือ "ชาอูหลงก้านอ่อน" แต่ในที่นี้คำว่า "อูหลง" นั้นมาจากการกระบวนการผลิตชาที่เป็นแบบ "semi-fermentated tea processing" กล่าวคือ ในขั้นตอนการผลิตจะมีการปล่อยให้เกิด fermentation ในบางส่วน การผลิตชาอูหลงนั้นจะมีวิธีการที่ค่อนข้างปราณีต ละเอียดอ่อน และต้องการผู้เชี่ยวชาญในการดูแลการผลิตอย่างใกล้ชิด รวมทั้งต้องการเทคโนโลยีการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อน เพื่อให้ได้ชาที่มีกลิ่นหอม มีรสชาติดี กระบวนการผลิตชาอูหลง ได้แสดงไว้ใน รูปที่ 2.6

ขบวนการหลักสำคัญที่มีการให้เกิด fermentation ได้แก่การปล่อยให้ใบชาสดไปผึ่ง (withering) ทั้งแบบกลางแดด (solar withering) และ การผึ่งในร่ม (indoor withering) การผึ่งในร่มในบางโรงงานมีการปรับอุณภูมิให้คงที่โดยใช้ห้องที่มีเครื่องปรับอากาศปรับอุณหภูมิการผึ่งที่เหมาะสม ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยและกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน ต้นทุนการผลิตสูง ทำให้โรงงานที่มีการผลิตชาอูหลงส่วนใหญ่จะมีเจ้าของเป็นผู้ผลิตชารายใหญ่และไร่ชาขนาดใหญ่เป็นของตัวเอง ราคาของชาอูหลงนั้นค่อนข้างสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ชาที่นำมาผลิตเป็นองค์ประกอบในการตั้งราคา ชาอูหลงพันธุ์ "อูหลงก้านอ่อน" เป็นชาที่นิยมปลูกและผลิตในจังหวัดเชียงราย ชาที่ได้เป็นชาคุณภาพดี ราคาค่อนข้างสูง และพบได้ในร้านชาทั่วไป นอกจากนี้พันธุ์ชาจีนชนิดอื่นๆ ก็สามารถนำมาผลิตชาอูหลงที่มีคุณภาพดีได้ ชาอูหลงที่มีการผลิตโดยทั่วไปในจังหวัดเชียงรายจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใบม้วนเป็นเม็ด เมื่อชงหรือลวกด้วยน้ำร้อนใบชาจึงจะเกิดการคลายตัวเป็นรูปใบที่สมบูรณ์



รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการผลิตชาอูหลง

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูลเพื่อทำฐานข้อมูลชาจังหวัดเชียงราย

3.1.1 พัฒนาแบบสอบถามในการออกสำรวจข้อมูลชาเชียงราย

วางแผนการออกเก็บข้อมูลชาเชียงรายโดยการพัฒนาแบบสอบถามที่จะใช้ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้ปลูก ผู้ผลิต และผู้ค้า ชาเชียงรายดังนี้

ข้อมูลทั่วไปของผู้ปลูก และผู้ผลิตชาแปรรูป เช่น ชื่อ ที่อยู่ที่ติดต่อได้
พื้นที่ปลูกชาทั้งหมด พันธุ์ชาที่ปลูก ต้นทุนการปลูก
ลักษณะการจ้างแรงงานในแปลงปลูก
สารเคมีที่ใช้ในแปลงปลูก
ลักษณะการแปรรูปใบชา และค่าใช่จ่าย
เทคโนโลยีในการผลิต
ตลาดชา และราคาขายภายในประเทศ
ตลาดชาต่างประเทศ
การส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐ

ทำการทดลองออกเก็บข้อมูลและพัฒนาให้ได้แบบสอบถามที่สมบูรณ์ที่สุดสำหรับการเก็บวิเคราะห์ข้อมูล (ดูภาคผนวก ก)

3.1.2 ลงพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกชาและรวบรวมข้อมูล และเก็บตัวอย่างชา

ทำการออกพื้นที่สำรวจ และเก็บตัวอย่างชาในเขตจังหวัดเชียงราย โดยแบ่งเป็น 5 พื้นที่ใหญ่ดังนี้

พื้นที่ดอยแม่สลอง
พื้นที่ดอยพญาไพร
พื้นที่ดอยวาวี
พื้นที่อำเภอแม่ลาว
พื้นที่เวียงป่าเป้า

วิธีดำเนินการวิจัยทำโดยการออกไปสัมภาษณ์ผู้ปลูก ผู้ผลิต และผู้ค้าชาในเขตพื้นที่นั้นๆ เข้าไปเยี่ยมชมพื้นที่จริง และสุ่มเก็บตัวอย่างชาเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะในห้องปฏิบัติการต่อไป

3.1.3 การรวบรวมข้อมูลชาจากหน่วยงานต่างๆ

ทำการติดต่อสอบถามหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีข้อมูลเกี่ยวข้องกับชาเชียงราย เช่น หอการค้าจังหวัดเชียงราย สหกรณ์จังหวัดเชียงราย กลุ่มผู้ค้าผู้ผลิตชาเชียงราย สหกรณ์ชาแหล่งต่างๆ เพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้มารวบรวมเก็บเอาไว้เป็นฐานข้อมูลชาเชียงราย

3.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของชาเชียงราย

3.2.1 การตรวจวิเคราะห์ความชื้นของตัวอย่างชา (Moisture content), AOAC 2000

อุปกรณ์

Dishes ที่เป็น นิกเกล สเตนเลส อลูมินัม หรือ ดินเผา

เครื่องชั่ง

Desicator containing efficient desicant such as prosphorus pentoxide, calcium sulfate, calcium chloride

Hot air oven

Grinder and mill

Spatula and plastic spoon

Crucible and tongs

วิธีการทดลอง

1. เตรียม dishes ที่สะอาดและอบแห้งด้วยความร้อน 100 องศาจากนั้นใส่ใน desicator ที่สะอาด ที่อุณหภูมิห้อง
2. เตรียมตัวอย่างชา 2 - 3 กรัมใน ชั่งบันทึกน้ำหนัก
3. นำ dish ที่ปิดฝาแล้วใส่ใน hot air ระวังอย่างให้ dish ชิดผนัง hot air
4. จากนั้นนำเอา dish ออกจาก oven ใส่ลงไปใน desicctor อย่างน้อย 30 ทิ้งให้เย็น
5. ชั่งน้ำหนัก dish เพื่อนำไปคำนวณ

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ moisture} = \frac{(\text{fresh weigh} - \text{dry weight}) \times 100}{\text{Fresh weight}}$$

$$\% \text{ solids} = 100 - \% \text{ moisture}$$

3.2.2 การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าทั้งหมด (Analysis of total ash), AOAC 2000

อุปกรณ์

Muffle furnace (electric), thermostatically controlled

porcelain crucible

analysis balance, 0.1-mg sensitivity

Desicator, charged with efficient desiccant

tongs, muffle

marking ink, permanent type for crucibles

วิธีการทดลอง

1. เตรียม marhed crucible ที่สะอาด ใน muffle furnace ที่ 600 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
2. ปิด furnace ย้ายไป cooled crucibles จาก furnace ไปยัง desicator ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
3. ชั่งด้วยความรวดเร็วเพื่อป้องกันการดูดความชื้นกลับ
4. ชั่งตัวอย่างที่ 2 กรัม ใส่ลงไปใน marhed crucible นั้น
5. นำไปเผาใน muffle furnace ที่ 550 องศาเซลเซียส เผาตัวอย่างจนไม่ให้มี carbon เหลืออยู่ ให้มีลักษณะเป็นสีเทาแห้งๆ หรือ เถ้าสีขาว
6. ย้ายตัวอย่างรวม crucible ออกมาจาก desiccator ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งตัวอย่างด้วยความรวดเร็ว

การคำนวณ

$$\%ash = \frac{\text{weight of residue x 100}}{\text{weight of sample}}$$

3.3 การตรวจวิเคราะห์หา Catechins, Caffeine และ Tannin ในตัวอย่างชา

3.3.1 การตรวจวิเคราะห์สารเคมีในกลุ่ม catechins โดยใช้ High Performance Liquid Chromatograpy (HPLC)

อุปกรณ์

เครื่องชั่ง

Water bath

เครื่อง HPLC

บิกเกอร์ 100 มิลลิลิตร 10 อัน

กระดาษกรอง 0.45 ไมโครเมตร

HPLC, Water 2695 separation Module

Water 2996 Photodiode Array Detector

Water C18, 150*3.9 mm, 5 um

สารเคมี

สารละลายมาตรฐาน

(-)-epigallocatechin 3-gallate (EGCG)

(-)-epigallocatechin (EGC)

(+)-catechin (C)

(-)-epicatechin (EC)

Mobile phase : 0.05% HOSO4/acetonitrile/ethyl acetate (82:12:2 v/v/v)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารสกัดจากชา โดยการชั่งชาตัวอย่าง 1 กรัม ละลายในน้ำ 50 มิลลิลิตร
2. อุ่นใน Water bath ที่อุณหภูมิ 80 องศา นาน 10 นาที ทำให้เย็น
3. กรองเอาสารที่ได้จากการสกัดชา
4. ฉีดเข้าเครื่อง HPLC ใช้ Water 2996 Photodiode Array เป็น Detector ฉีดสารโดยใช้ water 2695 separation Module และใช้ column C18, 150*3.9 mm, 5 um
5. ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
6. เตรียมกราฟมาตรฐาน

3.3.2 การหาปริมาณแทนนินโดยใช้ Lowental's Permanganate Oxidation Process

อุปกรณ์

Volumetric Flask ขนาด 50, 100, 250, 1000 มิลลิลิตร

บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

ปิเปต ขนาด 2, 5,10 มิลลิลิตร

Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

ชุดไตเตรต

สำลี

เครื่องชั่ง

Hot plate และ magnetic stirrer

สารเคมี

indigo carmine

กรดกำมะถันเข้มข้น

โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต

เจลลาติน

เกลือแกง

เกาลิน (Kaolin)

สารละลาย indigo carmine:

ละลาย indigo carmine 0.375 กรัม ในน้ำ 250 มิลลิลิตร ที่มีกรดกำมะถันเข้มข้นละลายอยู่ 12.5 มิลลิลิตร

สารละลายเจลลาติน:

ชั่งเจลลาตินมา 25 กรัม แช่ไว้ในสารละลายเกลือแกงอิ่มตัวนาน 1 ชั่วโมง อุ่นจนกระทั่งเจลลาติน ละลาย ทำให้เย็นปรับปริมาตรให้ได้สารละลาย 1 ลิตร ด้วยเกลือแกงอิ่มตัว

สารละลาย acid sodium chloride:

เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 25 มิลลิลิตรลงในสารละลายเกลือแกงที่อิ่มตัว 975 มิลลิลิตร

วิธีการทดลอง

1. ชั่งชาบดละเอียดตัวอย่างละ 1 กรัม ใส่ในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร
2. ต้มนาน 1 ชั่วโมง กรองผ่านสำลีใส่ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปล่อยให้เย็น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน (เรียกสาร A)
3. ปิเปตสารละลาย A มา 20 มิลลิลิตรใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายเจลาติน 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร ด้วย สารละลาย acid sodium chloride
4. เทใส่ใน flask 250 มิลลิลิตร เติมเกาลิน 4 กรัม เขย่านาน 15 นาที นำไปกรอง (เรียกว่าสารละลาย B)
5. ปิเปตสารละลาย A มา 2 มิลลิลิตร ใส่ลงใน flask 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย indigo carmine ลงไป 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 150 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
6. นำสารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้น 0.008 โมล่าร์ ใส่ในบิเรต ค่อย ๆ หยดใส่ลงในฟลาสต์ครั้งละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน สีจะค่อย ๆเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีเหลือง และสีชมพูอ่อน จดปริมาตรของสารโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้เท่ากับ A มิลลิลิตร
7. ปิเปตสารละลาย B มา 5 มิลลิลิตร ลงใน flask 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย indigo carmine ลงไป 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 150 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ทำการไตเตรตเช่นเดียวกับสาร A จนได้สีชมพูอ่อน จดปริมาตรที่ใช้เท่ากับ B มิลลิลิตร
8. ทำการคำนวณหาปริมาณแทนนิน ปริมาณสารโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ไตเตรตกับแทนนิน = (A-4.0)-(B-4.5) (4.0 และ4.5 เป็นค่า blank ของสารA และB)

   * 1 มิลลิลิตร สารโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้น 0.008 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกันแทนนิน 0.001664 กรัม
9. ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.3.3 การหาปริมาณ caffeine โดยใช้ High Performance Liquid Chromatograpy (HPLC)

อุปกรณ์

เครื่อง HPLC

Water bath

เครื่องชั่ง

Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร

Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร

Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

ตัวกรองสาร + กระดาษกรอง 0.45 ไมโครเมตร

Pipette 2 มิลลิลิตร

Pipette 10 มิลลิลิตร

บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร

สารเคมี

caffeine

Potassium hexacyanoferrate (II) trihadrate

Zinc sulfate heptahydrate

Methanol

1% acetic acid

วิธีการทดลอง

1. สารละลายสำหรับตกตะกอน

   1.1 สารละลาย A

   ชั่ง Potassium hexacyanoferrate(II) trihadrate 3.6 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

   1.2 สารละลาย B

   ชั่ง Zinc sulfate heptahydrate 7.2 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ทำให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2. สารละลายมาตรฐาน

2.1 ชั่ง caffeine 0.05 กรัมละลายในน้ำร้อน

2.2 ถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2.3 เตรียมสารละลายคาเฟอีนเข้มข้น 20 40 60 80 และ 100 มก./ลิตร โดยการปิเปตสารจากสารละลายที่เตรียมไว้มา 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ ใส่ในขวดปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2.4 กรองด้วยกระดาษกรอง 0.45 ไมโครเมตร แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง HPLC

3. สารละลายตัวอย่าง

3.1 ชั่งชาตัวอย่างมา 1 กรัม ละลายในน้ำร้อน 40 มิลลิลิตร นาน 15 นาที ถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร

3.2 เติมน้ำร้อนลงในสารตัวอย่างครั้งละ 15 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ถ่ายรวมไว้ในขวดปรับปริมาตร ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 10 มิลลิลิตร ใส่บิกเกอร์ 100 มิลลิลิตร เติมสารละลาย AและB อย่างละ 2 มิลลิลิตร ตั้งบนอ่างน้ำร้อน 10 นาที

3.4 ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3.5 กรองตะกอนโดยกระดาษกรอง 0.45 ไมโครเมตร ฉีดเข้าเครื่อง HPLC

3.6 นำกราฟที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.4 การตรวจหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในตัวอย่างชา

อุปกรณ์

pH meter

Stomacher

Incubator

จานอาหารเลี้ยงเชื้อ

หลอดทดลองขนาดกลาง พร้อมฝาจุก

ขวดรูปชมพู่

Autoclave

Autopipette ขนาด 1000 และ 5000 ไมโครลิตร

ห่วงถ่ายเชื้อและเข็มเขี่ยเชื้อ

ตะเกียงแอลกอฮอล์

เครื่องนับจำนวน colony

สไลด์และกระจกปิดสไลด์

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

Nutrient broth agar (Difco)

Potato dextrose agar (Bacto)

Manital egg yolk kanamycin

Eosin methylene blue agar (Schariau Chemie S.A.)

Lactose broth (Difco)

SIM agar (Schariau Chemie S.A.)

NaCl (Merk)

H_2O_2 (Merk)

Safanin (Merk)

Crytal violet (Merk)

Iodine (Merk)

Ethanol (Scharau Chemie S.A.)

Kovacs' reagent (Merk)

Beef extract (HIMEDID)

Peptone (Bacto)

Agar (Difco)

Phenol red (Merk)

วิธีการตรวจหาจำนวนแบคทีเรียที่โตได้ในที่ที่มีอากาศ และการตรวจหา yeast และ molds โดยรวม

1. ชั่งตัวอย่างชา 10 กรัม นำมผสมกับสารละลาย 85% NaCl ที่ฆ่าเชื้อแล้วในถุง stomacher
2. นำถุง stomacher ที่มีของผสมอยู่ใส่ลงในเครื่อง stomacher แล้วตีผสมด้วยความเร็ว 230 rpm เป็นเวลา 2 นาที
3. นำตัวอย่างที่ได้มาทำการเจือจาง (serial dilution) ที่ 10^{-3} – 10^{-5} ด้วยสารละลาย 85% NaCl ที่ฆ่าเชื้อแล้ว
4. ดูดน้ำจากตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} – 10^{-4} มา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด โดยทำซ้ำ 3 ซ้ำทุกระดับความเจือจาง
5. จุ่ม spreader ลงในแอลกอฮอล์ 90% แล้วลนไฟ จากนั้นหมุนวน spreader ลงบริเวณผิวหน้าอาหารแข็งจนรู้สึกว่าการหมุน spreader เริ่มฝืดจึงหยุด
6. นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง
7. นับจำนวน colony ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 – 300 colony หาค่าเฉลี่ยและคำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์

การคำนวณ

$$\text{จำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด / 1 ml} = \frac{\text{จำนวน colony ที่นับได้ (ค่าเฉลี่ย)}}{\text{ระดับความเจือจาง}}$$

วิธีการตรวจหาจำนวน *E. coli*

1. ชั่งตัวอย่างชา 10 กรัม นำมาผสมกับสารละลาย 85% sodium chloride (NaCl) ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 90 มิลลิลิตร ในถุง stomacher
2. นำถุง stomacher ที่มีของผสมอยู่ใส่ลงในเครื่อง stomacher แล้วตีของผสมด้วยความเร็ว 230 rpm เป็นเวลา 2 นาที
3. นำตัวอย่างที่ได้มาทำการเจือจาง (serial dilution) ประมาณที่ 10^{-3}-10^{-5} ด้วยสารละลาย 85% NaCl ที่ฆ่าเชื้อแล้ว
4. ดูดน้ำจากตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}-10^{-4} มา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารแข็งเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด โดยทำ 3 ซ้ำทุกระดับความเจือจาง
5. จุ่ม spreader ลงแอลกอฮอล์ 90% แล้วลนไฟ จากนั้นหมุนวน spreader ลงบริเวณผิวหน้าอาหารแข็งจนเริ่มฝืด

6. ย้อมสีแกรม (ภาคผนวก ก) ดูว่าเป็นแกรมลบและมีรูปร่างเป็นท่อนหรือไม่ โดยสุ่ม 3% ของ colony ที่แสดงลักษณะเป็น metallic sheen ทั้งหมด

7. นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 C^{o} เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังจากเกิด colony โดยสุ่ม 3% ของ colony ที่แสดงลักษณะ metallic sheen ทั้งหมด ยืนยันผลด้วยการทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ และการทดสอบอินโดล โดยเลี้ยงเชื้อลงในอาหาร SIM agar โดยใช้เทคนิคการ stab แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 C^{o} เป็นเวลา 24 -48 ชั่วโมง ถ้าเชื้อกระจายไปจากแนวที่ stab เอาไว้แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์มีความสามารถในการเคลื่อนที่ ซึ่งให้ผลเป็นบวก จากนั้นอ่านผลการทดสอบอินโดล โดยการเติม Kovacs' reagent ลงไป เขย่าเล็กน้อย สังเกตการเกิดสีที่ผิวชั้นบน ซึ่งจะให้ผลบวก ถ้าเกิดสีแดงที่ผิวชั้นบน และให้ผลลบ ถ้าไม่เกิดสีแดงที่ผิวชั้นบน

วิธีการตรวจหา MPN

1. เตรียม 10 มิลลิลิตร ของอาหารเหลวแลคโตส ในหลอด double strength 3 หลอด และ 10 มิลลิลิตร ของอาหารเหลวแลคโตส ในหลอด single strength 6 หลอด รวมแล้ว 9 หลอดอาหารเหลวแลคโตสต่อ 1 ตัวอย่างชา

2. จากแต่ละตัวอย่างที่ ระดับความเจือจาง 10^{-1} ดูดของของผสมจากตัวอย่างมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเหลวแลคโตส ในหลอด double strength 3 หลอด

3. จากแต่ละตัวอย่างที่ ระดับความเจือจาง 10^{-1} ดูดของของผสมจากตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเหลวแลคโตส ในหลอด single strength 3 หลอด

4. จากแต่ละตัวอย่างที่ ระดับความเจือจาง 10^{-1} ดูดของของผสมจากตัวอย่างมา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเหลวแลคโตส ในหลอด single strength 3 หลอด

5. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 C^{o} เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตการณ์เกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ ดังนี้ ให้ผลบวกเมื่อเกิดก๊าซขึ้น 10% หรือมากกว่านั้นภายใน 24 ชั่วโมง

ให้ลบเมื่อไม่เกิดก๊าซภายใน 48 ชั่วโมง

ให้ผลไม่แน่นอนเมื่อมีก๊าซเกิดขึ้นหลังจาก 48 ชั่วโมง

6. หาจำนวน coliform bacteria โดยใช้ผลที่บันทึกได้เปรียบเทียบกับตารางMPN (ภาคผนวก ค)

วิธีการตรวจหาจำนวน *B. cereus* และ *S. aureus*

1. ชั่งตัวอย่างชา 10 กรัม นำมาผสมกับสารละลาย 85% sodium chloride (NaCl) ที่ฆ่าเชื้อ แล้ว 90 มิลลิลิตร ในถุง stomacher

2. นำถุง stomacher ที่มีของผสมอยู่ใส่ลงในเครื่อง stomacher แล้วตีของผสมด้วยความเร็ว 230 rpm เป็นเวลา 2 นาที

3. นำตัวอย่างที่ได้มาทำการเจือจางประมาณที่ 10^{-3}-10^{-5} ด้วยสารละลาย 85% NaCl ที่ฆ่าเชื้อแล้ว

4. ดูดน้ำจากตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}-10^{-4} มา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารแข็งเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด โดยทำ 3 ซ้ำทุกระดับความเจือจาง

5. จุ่ม spreader ลงแอลกอฮอล์ 90% แล้วลนไฟ จากนั้นหมุนวน spreader ลงบริเวณผิวหน้าอาหารแข็งจนเริ่มฝืด

6. นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 C^{o} เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

7. ทำการทำการยืนยันผลของ *B. cereus* โดยสุ่ม 3% ของ colony ที่แสดงลักษณะเป็นสชมพู ที่เกิด clear zone ขึ้นโดยรอบมาทดสอบดังนี้

   7.1 ทำการย้อมสีแกรม (ภาคผนวก ก) ดูว่าเป็นแกรมบวก รูปร่างท่อนตรงต่อเป็นสายโซ่ หรือไม่

   7.2 นำมาเลี้ยงใน blood agar โดยบ่มไว้ที่อุณหภูมิ37 Co เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วดูลักษณะของ colony ที่เกิดขึ้น

8. ทำการยืนยันผลของ *S. aureus* โดยสุ่ม 3% ของ colony ที่แสดงลักษณะเป็นสีเหลืองที่เกิด clear zone ขึ้นโดยรอบมาทดสอบดังนี้

   8.1 ทำการย้อมสีแกรม (ภาคผนวก ก) ดูว่าเป็นแกรมบวก ทรงกลมเซลล์อาจอยู่เป็นคู่ เป็นกลุ่ม หรือเป็นสายสั้นๆ หรือไม่

   8.2 ทดสอบ catalase โดยหยดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1 หยดบนสไลด์ และใส่เชื้อแบคทีเรียลงไปผสม ดูผลว่าเกิดฟองก๊าซ (O_2) ขึ้นหรือไม่

3.5 การศึกษาฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชา

อุปกรณ์

ตะเกียงแอลกอฮอล์

จานเพาะเชื้อ

ขวดรูปชมพู่

ปิเปต

แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยม

Swab

Cork borer ขนาด 0.5 มิลลิเมตร

Autoclave (MLS-3020, Sanyo Electric CO., LTD, JAPAN)

Hot Air Oven (Memment, Model 500)

Lamina Air Flow (Holten LaminAir, Biohazard V6)

WTB BINDEER รุ่น BED

จุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบ

แบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่

Staphylococcus aureus TISTR 1466

Streptococcus faecalis TISTR 459

Bacillus subtilis TISTR 008

Bacillus cereus TISTR 687

Micrococcus luteus TISTR 884

แบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่

Escherichia coli TISTR 780

Salmonella sp.

Salmonella typhimurium TISTR 292

Serratia marcescens TISTR 1354

Enterobacter aerogenes TISTR 1468

Pseudomonas fluorescens TISTR 358

ยีสต์ ได้แก่

Saccharomyces cerevisiae TISTR 5049

Candida albicans TISTR 5779

Candida utilis TISTR 5001

อาหารเลี้ยงจุลินทรีย์

Nutrient Broth (NB) และ Nutrient Agar (NA) เป็นอาหารสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Merck

การเตรียมเชื้อทดสอบ

นำจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบมาเลี้ยงใน NB 15 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการถ่ายเชื้อ 2 ครั้ง จากนั้นนำเชื้อที่เลี้ยงได้มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในอาหารเหลวที่เตรียมใหม่ 45 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้เชื้อที่พร้อมนำไปทดสอบต่อไป

วิธีการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชา

1. การเตรียมสารทดสอบชุดควบคุม

NA ปริมาตร 20 มิลลิลิตร

2. สารทดสอบชุดยาปฏิชีวนะ

NA ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่ยาปฏิชีวนะ 0.6 กรัม ผสมให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ 30 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตร

3. การเตรียมสารทดสอบชุดสารสกัดจากชา

NA ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่สารสกัดจากชา 0.6 กรัม ผสมให้เข้ากันจะได้ความเข้มข้นของสารสกัดจากชา 30 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตร

4. เจาะ NA ของชุดทดสอบข้างต้น โดยใช้ cork borer ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร จะได้ปริมาตรของสาร 0.6 มิลลิลิตร และมีปริมาตรสารทดสอบ 0.03 กรัมต่อมิลลิลิตร

5. swab เชื้อใน NB ที่เตรียมไว้ในข้อ 3.7 จากนั้นนำมา swab ให้ทั่วผิวหน้า NA ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที แล้วเจาะ NA ด้วย cork borer

6. นำ NA ที่เจาะได้จากข้อ 3.8.4 มาวางแทนที่ NA ในข้อ 3.8.5

7. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

8.วัด inhibition zone โดยวัดรวมเส้นผ่าศูนย์กลางของ clear zone

บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย และอภิปรายผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลชาเชียงราย

การเพาะปลูกชาในประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากเดิมในปี 2541 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 79,862 ไร่ เพิ่มเป็น 97,355 ไร่ ในปี 2546 ดังตารางที่ 4.1 ทำให้มีผลผลิตชาเพิ่มขึ้นมากกว่าหนึ่งหมื่นตันในระยะเวลา 5 ปี

ตารางที่ 4.1 พื้นที่ปลูก และผลผลิตชาประเทศไทย

ปี	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิตชาสด (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	ราคาขายเฉลี่ย (บาท/กก.)
2541	79,762	76,862	27,282	354	13
2542	81,143	78,443	38,538	491	18
2543	85,658	84,158	50,354	598	16
2544	89,272	87,972	32,290	367	13
2545	92,354	89,754	33,384	372	15
2546	97,355	95,326	33,961	356	14

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547

กรมส่งเสริมการเกษตรได้รวบรวมข้อมูลการปลูกชาจำแนกตามแหล่งปลูกจังหวัดต่างๆ โดยทำการเก็บข้อมูลให้ 5 จังหวัดใหญ่ที่มีการปลูกและผลิตชาดัง ตางรางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าจังหวัดเชียงรายเป็นแหล่งปลูกชาที่ใหญ่ที่สุดภายในประเทศคิดเป็นเกือบร้อยละ 50 ของพื้นที่ปลูกชาทั่วประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาสายพันธุ์จีนมีการปลูกมากถึงร้อยละ 83 ของปริมาณชาจีนที่เพาะปลูกทั้งหมดภายในประเทศ ชาจีนเป็นสายพันธุ์ชาที่มีการนำเข้ามาจากใต้หวัน เริ่มโดยชาวไทยเชื้อสายจีนที่มาอาศัยอยู่ในจังหวัดเชียงราย ในปัจจุบันมีการนำเข้าชาจีนสายพันธุ์ใหม่ๆ มาทดลองปลูก เพื่อหาพันธุ์ชาที่มีมูลค่าสูง สามารถเพาะปลูกและให้ผลผลิตสูง เหมาะสมกับลักษณะทางภูมิอากาศของประเทศไทย

ตารางที่ 4.2 พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตชาของจังหวัดต่างๆ ปี 2546

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	พื้นที่ให้ผล (ไร่)			ผลผลิตชาสด (ตัน)		
		ชาจีน	ชาอัสสัม	รวม	ชาจีน	ชาอัสสัม	รวม
เชียงราย	45,559	7,442	38,157	45,599	4,837	12,592	17,429
เชียงใหม่	42,172	327	39,816	40,143	196	12,741	12,937
แม่ฮ่องสอน	1,375	1,125	250	1,375	788	100	888
ลำปาง	5,666	55	5,611	5,666	7	1,683	1,690
แพร่	2,543	-	2,543	2,543	-	1,017	1,017
รวม	97,355	8,949	86,377	95,326	5,828	28,133	33,961

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547

ในจังหวัดเชียงรายนั้นมีพื้นที่ที่มีการปลูกชาอัสสัมมากกว่าพื้นที่ปลูกชาสายพันธุ์จีน ทั้งนี้เนื่องจากชาสายพันธุ์อัสสัมเป็นชาสายพันธุ์ดั้งเดิมที่สามารถเพาะปลูกได้ง่ายในพื้นที่สูง สามารถเจริญเติบโตได้ดีกับต้นไม้ใหญ่ภายในป่า ไม่ต้องอาศัยการดูแลรักษาอย่างพิถีพิถันมากเท่ากับชาสายพันธุ์จีน (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์) ชาอัสสัมสามารถนำไปผลิตเป็นชาแห้งชนิดชาเขียว หรือในบางท้องที่มีการนำเอาใบชาอัสสัมมาหมักเป็นเมี่ยง ซึ่งเป็นอาหารเฉพาะของคนไทยในภาคเหนือบางพื้นที่ ส่วนชาสายพันธุ์จีนนั้น ชาที่มีการปลูกมากที่สุดได้แก่ชา สายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 รองลงมาได้แก่ชา สายพันธุ์อูหลงเบอร์ 17 หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าชาอูหลงก้านอ่อน ส่วนชาสายพันธุ์อื่นมีการนำเข้าจากต่างประเทศและเริ่มทำการทดลองปลูกได้แก่ชา สายพันธุ์ชิงชิงอูหลง สายพันธุ์ถิกวนอิม และสายพันธุ์สี่ฤดูเป็นต้น

อำเภอต่างในจังหวัดเชียงรายที่มีการปลูก และผลิตชาจะพบว่า ชาอัสสัมนั้นมีการปลูกมากในอำเภอแม่สรวย (ตารางที่ 4.3) โดยเฉพาะในส่วนของดอยวาวี ในขณะที่ชาสายพันธุ์จีนมีการปลูกมากที่สุดที่อำเภอแม่ฟ้าหลวง โดยเฉพาะในพื้นที่ดอยแม่สลองที่มีชาวไทยเชื้อสายจีนอาศัยอยู่และทำการปลูกและผลิตชาเป็นอาชีพหลัก

ตารางที่ 4.3 พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตชาจังหวัดเชียงรายแบ่งตามอำเภอต่างๆ

อำเภอ	พื้นที่ปลูก (ไร่)	
	ชาอัสสัม	ชาจีน
เมืองเชียงราย	1,201	518
เชียงของ	-	-
เชียงแสน	-	140
แม่จัน	32	538
แม่สาย	-	2
แม่สรวย	16,928	270
พาน	316	-
เทิง	-	-
เวียงป่าเป้า	10,254	10
ป่าแดด	-	-
เวียงชัย	-	89
พญาเม็งราย	-	-
เวียงแก่น	-	8
ขุนตาล	-	-
แม่ฟ้าหลวง	9,426	5,083
แม่ลาว	-	734
กิ่ง อ.เวียงเชียงรุ้ง	-	50
กิ่ง อ.ดอยหลวง	-	-
รวม	38,157	7,442

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย, 2546

เมื่อทำการเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตชาในจังหวัดเชียงรายเทียบกันผลผลิตพืชการเกษตรชนิดอื่นๆ จะพบว่าชามีมูลค่าสูงเป็นอันดับ 3 รองลงมาจากลำไยและส้มเขียวหวาน (ตารางที่ 4.4) และให้ผลผลิตที่มีมูลค่ามากกว่าพืชบางชนิดเช่นลิ้นจี่ที่ใช้พื้นที่ในการปลูกมากกว่า

ตารางที่ 4.4 พื้นที่เพาะปลูกพืชเกษตรและผลผลิตในจังหวัดเชียงราย ปี 2546

พืช	พื้นที่ปลูก (ไร่)			ผลผลิตเฉลี่ย	ผลผลิตรวม	ราคาเฉลี่ย	มูลค่า
	รวม	ให้ผล	ไม่ให้ผล	(กก./ไร่)	(ตัน)	(บาท/กก.)	ล้านบาท
ลำไย	121,405	77,379	44,026	633	48,992	18.00	881.86
ส้มเขียวหวาน	23,568	12,668	10,900	2,343	29,681	13.00	385.85
ชา	45,599	43,690	1,907	379	16,559	15.13	250.53
ลิ้นจี่	56,183	35,284	13,245	375	13,245	18.38	243.44
มะม่วง	25,285	22,723	2,562	588	13,361	12.47	166.61
ส้มโอ	11,582	6,847	4,735	1,527	10,455	14.17	148.15
มะขาม	6,041	5,914	127	400	2,366	37.88	89.61
กล้วยน้ำว้า	12,433	11,573	860	2,532	29,303	2.25	65.93
กาแฟ	10,132	5,005	5,127	379	1,897	23.83	45.20

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย, 2546

ลักษณะการจ้างแรงงานในแปลงปลูกจากการสัมภาษณ์ผู้ปลูกชาพบว่า กลุ่มผู้ปลูกชามีสองรูปแบบคือ ถ้าเป็นลักษณะที่มีการปลูกชาสายพันธุ์อัสสัมจะมีรูปแบบการดูแลไร่ชาของตนเองเป็นส่วนใหญ่ อาจมีการจ้างแรงงานในการเก็บเกี่ยวชาบ้าง ชาอัสสัมที่ได้ในพื้นที่บางแห่งเช่น พญาไพร จะมีการจัดรูปแบบของสหกรณ์ที่มีโรงงานชาเป็นของกลุ่ม เกษตรกรผู้ปลูกจะนำใบชาสดที่เก็บได้ในแต่ละวันไปจำหน่วยให้กับโรงงานกลาง และจะมีสหกรณ์จะดำเนินการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชาต่อไป ส่วนการปลูกชาสายพันธุ์จีนส่วนใหญ่จะมีการปลูกเป็นไร่ขนาดใหญ่ มีเจ้าของไร่ชาที่เป็นเจ้าของโรงงานผลิตชาจีนของตัวเอง และยังรับซื้อชาจากเกษตรกรรายย่อยที่ไม่มีเครื่องจักรผลิตชาแห้ง หรืออาจมีการรับจ้างผลิตชาแห้งให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกชา

การแปรรูปชาในเชียงรายเกือบทั้งหมดใช้เทคโนโลยีการผลิตจากประเทศไต้หวัน และจีน เครื่องจักรเช่น เครื่องอบ เครื่องนวด และเครื่องคั่วชานั้นมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศเกือบทั้งหมด โดยเฉพาะเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตชาแบบอูหลง ที่มีเครื่องจักร อุปกรณ์ และขั้นตอนการผลิตค่อนข้างซับซ้อน การผลิตชาเขียวนั้นมีขั้นตอนและอุปกรณ์ไม่ยุ่งยากเท่ากับการผลิตชาจีน เครื่องจักรทันสมัยในปัจจุบันใช้ไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิง ในขณะที่ในการผลิตชาบางแห่งยังใช้เครื่องมือที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง หรือ ฟืน ในการเป็นแหล่งพลังงานการผลิต (ข้อมูลจากการสำรวจโรงงาน)

เนื่องจากชามีมูลค่าทางการเกษตรสูง ทางจังหวัดเชียงรายโดยหน่วยงานภาครัฐจึงได้เห็นความสำคัญของการการส่งเสริมและสนับสนุนการเพาะปลูกชา และการผลิตชาที่มีคุณภาพมากขึ้น เพื่อส่งเสริมการส่งออกชาไปยังประเทศต่างๆ ให้เพิ่มขึ้น และอาจลดการนำเข้าชาและผลิตภัณฑ์ (ดูภาคผนวก จ) ทำให้ชาเป็นพืชเศรษฐกิจหลักนำรายได้สู่จังหวัดเชียงรายมากขึ้น และจากกระแสความนิยมในการดูแลสุขภาพของประชาชนที่สนใจดื่มชาเพื่อป้องกันและรักษาโรค ทำให้มีผู้สนใจข้อมูลเกี่ยวกับ การปลูก การผลิตชามากขึ้น ทางจังหวัดเชียงรายจึงได้จัดงานชาโลกขึ้นในปี พ.ศ. 2547 เพื่อประชาสัมพันธ์ข้อมูลชาทางด้านต่างๆ ภายในจังหวัดไปสู่ประชาชนในประเทศ และทั่วโลก รวมทั้งเป็นแหล่งรวมวิชาการความรู้แขนงต่างๆ เกี่ยวกับชาให้ผู้สนใจทั้งที่เป็นผู้ปลูก ผู้ผลิต ผู้ค้า และ ผู้บริโภคชาจากทั้งในและต่างประเทศเข้าร่วมงานในครั้งนี้

4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของชาเชียงราย

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างชาทั้งหมด 37 ตัวอย่าง ที่รวบรวมได้ภายในจังหวัดเชียงรายดังตาราง ที่ 4.5 นำมาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพเช่น ความชื้น ปริมาณเถ้าทั้งหมด ได้ผลดังตาราง ที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 รายการตัวอย่างชาที่นำมาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

No.	ชื่อผลิตภัณฑ์ตามฉลากบรรจุ	แหล่งตัวอย่าง	พันธุ์ชา	การแปรรูป	ลักษณะทางกายภาพ
1	ไข่มุกชาเขียวใหม่	วังพุดตาล	ND	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
2	ไข่มุกชาเขียวใหม่ ยังไม่บรรจุ	วังพุดตาล	ND	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด/ ยังไม่ผ่านการคัดและอบ
3	ชาเขียว	ชา 101	อูหลงเบอร์ 12	เขียว	ใบแห้งเป็นเส้น
4	ชาเขียว	สุวิรุฬห์	อัสสัม	เขียว	ใบแห้งเป็นเส้น
5	ชาเขียว	ND	อัสสัม	เขียว	ใบแห้งเป็นเส้น
6	อูหลงก้านอ่อนใหม่	วังพุดตาล	อูหลงก้านอ่อน	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
7	อูหลงก้านอ่อนใหม่	วังพุดตาล	อูหลงก้านอ่อน	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
8	อูหลงก้านอ่อน	โรงงานฉุยฟง	อูหลงก้านอ่อน	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
9	อูหลงตุ้งติ้ง	ชา 101	อูหลงเบอร์ 12	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
10	อูหลงเบอร์ 12	โรงงานฉุยฟง	อูหลงเบอร์ 12	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
11	นำชัยชาจีน	นำชัยชาจีน	อูหลงเบอร์ 12	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
12	ชาสี่ฤดูใหม่	วังพุดตาล	สี่ฤดู	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
13	ชาหอมสี่ฤดู	ชา 101	สี่ฤดู	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
14	ชาชิงเจียนอู่หลงใหม่	วังพุดตาล	ND	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
15	ชานางงาม	ชา 101	อูหลงก้านอ่อน	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
16	ดอกชาใหม่	วังพุดตาล	ดอกชา	ดอกชา	ดอกชาแห้ง
17	ชาเกรด B	โรงงานฉุยฟง	ND	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ดมีก้านชาจำนวนมาก
18	ชาคัดแล้ว	สหกรณ์พญาไพร	อัสสัม	เขียว	ใบแห้งเป็นเส้น
19	ชายังไม่ได้คัด	สหกรณ์พญาไพร	อัสสัม	เขียว	ใบแห้งเป็นเส้น
20	ชาเขียว	ND	อัสสัม	เขียว	ใบชาแห้งใบใหญ่
21	ชาเขียวอูหลงเบอร์ 12	สุวิรุฬห์	อูหลงเบอร์ 12	เขียว	ใบชาแห้งใบใหญ่ม้วนงอ

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) รายการตัวอย่างชาที่นำมาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

No.	ชื่อผลิตภัณฑ์ตามฉลากบรรจุ	แหล่งตัวอย่าง	พันธุ์ชา	การแปรรูป	ลักษณะทางกายภาพ
22	ชาเขียวผง	สุวิรุฬห์	ND	ชาผง	ผงละเอียดสีเขียวอ่อน
23	ชาเขียวคัดพิเศษ	ร้านชาไฮ่ฮัว	ND	เขียว	ใบชาแห้งเป็นเส้น
24	ชาเขียว	โครงการหลวงดอยคำ	อัสสัม	เขียว	ใบชาแห้ง
25	อูหลงเบอร์ 12	สุวิรุฬห์	อูหลงเบอร์ 12	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
26	อูหลงเบอร์ 12	ร้านชาไฮ่ฮัว	อูหลงเบอร์ 12	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
27	อูหลงก้านอ่อน	สุวิรุฬห์	อูหลงก้านอ่อน	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
28	อูหลงก้านอ่อน	ร้านชาไฮ่ฮัว	อูหลงก้านอ่อน	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
29	ชาถิกวนอิม	สุวิรุฬห์	ถิกวนอิม	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
30	ชาดำ	สุวิรุฬห์	อัสสัม	ชาดำ	ใบแห้งเส้นเล็ก ผสมชาแห้งใบใหญ่
31	อูหลงชิงชิง	ร้านชาไฮ่ฮัว	ชิงชิง	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
32	ชามะลิจากจีนแดง	ร้านชาไฮ่ฮัว	ND	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
33	ดอกชาอูหลง	ร้านชาไฮ่ฮัว	ดอกชา	ดอกชา	ดอกชาแห้ง
34	ถิกวนอิม	ร้านชาไฮ่ฮัว	ถิกวนอิม	อูหลง	ใบแห้งม้วนงอเป็นเม็ด
35	ชาโสมไต้หวัน	ร้านชาไฮ่ฮัว	ND	ND	เม็ดแข็งสีดำ
36	ชาโสมจีนแดง	ร้านชาไฮ่ฮัว	ND	ND	เม็ดแข็งสีเขียวเข้ม
37	ชาเขียวญี่ปุ่น	สุวิรุฬห์	อัสสัม	ชาผง	ชาผงแห้ง

ND = No data

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของชาเชียงราย

No.	% MC	%Total ash	% Water soluble ash	% Hot water extract
1	2.27	6.10	63.57	47.10
2	2.54	6.14	65.07	45.60
3	4.27	6.98	68.87	51.84
4	3.48	5.98	68.69	50.62
5	3.14	6.62	61.78	59.96
6	1.82	5.85	60.09	48.84
7	2.96	6.65	48.04	46.08
8	1.23	6.55	61.65	53.19
9	0.45	6.89	65.11	52.46
10	3.58	7.58	65.61	46.10
11	1.32	5.53	63.00	47.18
12	2.73	6.85	73.31	47.66
13	2.23	6.89	66.09	47.10
14	3.46	6.55	68.88	45.60
15	6.46	6.34	62.32	51.84
16	4.01	4.26	55.67	50.62
17	6.74	5.72	56.34	59.96
18	4.06	5.91	66.39	48.84
19	8.13	6.11	64.56	46.08
20	4.64	5.67	77.43	59.92
21	3.59	5.52	68.48	43.63
22	4.35	6.05	55.50	45.31
23	1.89	6.66	65.46	46.68
24	3.31	5.63	67.64	44.01
25	3.10	5.19	59.73	46.87
26	1.66	6.58	67.44	47.83

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของชาเชียงราย

No.	% MC	%Total ash	% Water soluble ash	% Hot water extract
27	3.91	6.04	61.29	47.60
28	3.51	5.83	59.35	39.42
29	2.57	5.95	60.56	44.41
30	3.74	6.90	65.55	33.44
31	3.15	7.17	63.31	44.42
32	8.72	6.64	60.91	45.89
33	14.39	4.32	58.62	43.47
34	1.35	6.65	60.81	48.35
35	1.97	6.98	51.59	37.73
36	2.92	7.08	49.07	40.58
37	7.79	6.06	53.28	47.00

ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ชาเป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในการตรวจวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ชา จากการทดลองพบว่า ตัวอย่างชาเชียงรายที่นำมาทดสอบมีความชื้นตั้งแต่ร้อยละ 0.45 ไปจนถึง 14.39 ตัวอย่างชาที่มีความชื้นน้อยที่สุด สามอันดับแรกได้แก่ชาหมายเลข 9 8 และ 11 โดยมีความชื้นเป็นร้อยละ 0.45, 1.23 และ 1.32 ตามลำดับ ส่วนชาที่มีความชื้นสามอันดับสูงสุดได้แก่ชาหมายเลข 19 32 และ 33 โดยมีความชื้นร้อยละ 8.13, 8.72 และ 14.39 ตามลำดับ ชาหมายเลข 32 เป็นชามะลิที่มาจากประเทศจีน ส่วนชาหมายเลข 33 เป็นส่วนของดอกชาอบแห้ง คาดว่าการผสมส่วนที่เป็นดอกมะลิ หรือ ดอกชาเอง ทำให้เพิ่มความชื้นภายในผลิตภัณฑ์

เมื่อนำผลการดทดลองที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามที่กระทรวงสาธารสุขกำหนด ซึ่งได้ประกาศไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 196 พ.ศ. 2543 เรื่อง "ชา" (ดูภาคผนวก ค) กล่าวว่า ชาซึ่งไม่ใช่ผลสำเร็จรูปต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ดังนั้นจะเห็นว่าตัวอย่างชาที่เลือกมาวิเคราะห์รวม 37 ตัวอย่างนั้นมีอยู่ทั้งหมด 3 ตัวอย่างที่ได้กล่าวข้างต้นมีความชื้นเกินกำหนดมาตรฐาน ซึ่งตัวอย่างหมายเลข 19 เป็นตัวอย่างชาที่ยังไม่ได้คัดคุณภาพ ส่วนสองตัวอย่างที่เหลือคือ หมายเลข 32 และ 33 เป็นตัวอย่างชาที่มีการผสมของดอกชา และดอกมะลิ และน่าจะเป็นชาที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ดังนั้นชาเชียงรายส่วนใหญ่จึงผ่านเกณฑ์มาตรฐานความชื้นตามที่

กระทรวงสาธารณสุขกำหนด ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพชาในด้านการป้องกันความชื้น คือลักษณะรูปแบบของการบรรจุ บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ถุงที่มีการปกปิดสามารถป้องกันความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาได้เป็นอย่างดี

ปริมาณเถ้าทั้งหมดสามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาว่าถูกปลอมปนด้วยวัตถุอื่นหรือไม่ ดังนั้นปริมาณเถ้าจึงควรอยู่ในช่วงมาตรฐานกำหนด มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 196 พ.ศ. 2543 เรื่อง "ชา" พบว่าตัวอย่างควรมีค่าของเถ้าทั้งหมดอยู่ในมาตรฐานคือมีค่ามากกว่าร้อยละ 4 และไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนักแห้ง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าชาเชียงรายทั้งหมด 37 ตัวอย่างที่นำมาทำการทดสอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานข้อนี้ โดยที่ค่าของปริมาณเถ้าทั้งหมดสูงสุดอยู่ที่ ร้อยละ 7.58 ในตัวอย่างชาหมายเลข 9 และมีค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 4.26 ในตัวอย่างชาหมายเลข 33 ตามลำดับ

จากตารางผลการทดลองพบว่า จากตัวอย่างชาเชียงรายที่นำมาทดสอบทั้งหมดนั้น ตัวอย่างหมายเลข 29 นั้นปริมาณเถ้าที่ละลายน้ำได้มีค่าต่ำสุดคือร้อยละ 48.04 ของเถ้าทั้งหมด ตัวอย่างชาหมายเลข 20 มีค่าสูงสุดคือร้อยละ 77.43 โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 196 พ.ศ. 2543 ได้กำหนดว่าชาที่ได้มาตรฐานนั้นจะได้ต้องมีปริมาณของเถ้าที่ละลายได้ด้วยน้ำร้อนอยู่ในมาตรฐานคือมีค่ามากกว่าร้อยละ 45 ของเถ้าทั้งหมด นั่นก็แสดงว่าชาเชียงรายทุกตัวอย่างที่นำมาทดสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานในข้อนี้

ปริมาณสารที่สกัดด้วยน้ำร้อนเป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าชานั้นถูกปลอมปนจากกากชาที่ผ่านการชงแล้วหรือไม่ ซึ่งถ้าหากชาถูกปลอมปนด้วยกากชาที่ผ่านการชงแล้วจะมีผลทำให้ปริมาณสารดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าที่ควรเป็น ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 196 พ.ศ. 2543 กำหนดเกณฑ์คุณภาพของชามีค่ามากกว่าร้อยละ 32 โดยน้ำหนัก ตัวอย่างชาเชียงรายที่นำมาตรวจวิเคราะห์นั้นมีค่าปริมาณสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน ต่ำสุดอยู่ที่ ร้อยละ 33.44 ฉะนั้นทุกตัวอย่างจึงผ่านเกณฑ์มาตรฐานในข้อนี้

4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ Catechins, Caffeine และ Tannin ในตัวอย่างชา

ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีในกลุ่ม catechins และ caffeine โดยใช้ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และการหาปริมาณแทนนิน โดยใช้ Lowental's Permanganate Oxidation Process ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติเคมีของชาเชียงราย

No.	%Tannin	Chemical components (g per 100g dry weight)				
		Caffeine	EGC	C	EC	EGCG
1	0.58	0.27	2.72	0.00	0.33	6.62
2	0.43	0.27	1.75	0.00	0.18	3.34
3	0.94	0.33	4.35	0.00	0.50	7.22
4	0.74	0.34	0.77	0.37	1.10	2.17
5	0.65	0.37	1.08	0.07	0.37	4.87
6	0.59	0.25	3.13	0.00	0.40	6.15
7	0.44	0.18	2.72	0.00	0.26	4.74
8	0.75	0.28	2.21	0.00	0.30	5.81
9	0.69	0.31	2.01	0.00	0.33	5.61
10	0.58	0.21	3.30	0.00	0.38	5.72
11	0.74	0.28	1.75	0.00	0.27	5.45
12	0.86	0.23	2.59	0.00	0.32	7.62
13	0.58	0.32	2.17	0.00	0.37	7.87
14	0.43	0.25	2.81	0.00	0.38	9.19
15	0.94	0.36	0.33	0.00	0.05	1.89
16	0.74	0.09	0.17	0.00	0.04	0.59
17	0.65	0.20	4.16	0.00	0.67	9.43
18	0.59	0.37	2.13	1.20	1.99	7.98
19	0.44	0.26	2.07	0.97	2.59	6.17
20	0.85	0.25	2.52	0.89	2.80	7.50
21	0.59	0.33	4.29	0.00	0.52	12.30
22	0.33	0.26	4.78	0.30	0.66	10.54
23	0.76	0.24	2.90	0.23	0.71	14.18
24	0.58	0.19	4.98	0.09	0.63	15.05
25	0.46	0.20	9.02	0.05	0.70	8.25

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ผลการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติเคมีของชาเชียงราย

No.	%Tannin	Chemical components (g per 100g dry weight)				
		Caffeine	EGC	C	EC	EGCG
26	0.49	0.33	2.76	0.00	0.34	6.65
27	0.49	0.21	6.47	0.12	0.75	11.05
28	0.53	0.23	5.61	0.21	0.75	9.70
29	0.68	0.11	3.71	0.14	0.52	7.39
30	0.08	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.42	0.23	4.25	0.00	0.46	8.82
32	0.63	0.26	2.29	0.12	0.67	7.89
33	0.17	0.16	0.20	0.00	0.03	0.49
34	0.61	0.18	2.29	0.17	0.40	7.16
35	0.23	0.24	1.25	0.00	0.21	2.08
36	0.43	0.29	2.43	0.00	0.43	5.90
37	0.60	0.28	4.16	0.00	0.73	6.33

Tannin เป็นกลุ่มของสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จากธรรมชาติ เป็นสารที่ทำให้เกิดรสฝาด (astringency) และมีสีเหลืองจนถึงน้ำตาล พบอยู่ในเปลือกของไม้ยืนต้นและในส่วนอื่น ๆ ของพืช เช่นในใบชา โกโก้ และผลไม้บางชนิดที่มีรสฝาด ปริมาณ tannin ที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างชาเชียงรายทั้ง 37 ตัวอย่างมีค่าระหว่าง ร้อยละ 0.08 (ตัวอย่างหมายเลข 30: ชาดำ) ถึงร้อยละ 0.94 (ตัวอย่างชาหมายเลข 3: ชาเขียว) ตัวอย่างชาที่มีแทนนินสูงจะให้น้ำชาที่มีรสฝาด จึงมักพบว่าชาเขียวจะมีรสฝาดมากกว่าชาที่มีการหมักเช่นชาดำ

ชาเป็นพืชที่มี caffeine เป็นส่วนประกอบหลักอยู่มาก ซึ่งอาจมีมากถึง 5% เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น เมล็ดกาแฟมี caffeine เป็นองค์ประกอบประมาณ 1.5% และเมล็ด cola มี caffeine ประมาณ 1-2% อย่างไรก็ตามปริมาณ caffeine ที่เป็นผลลัพธ์สุดท้ายในเครื่องดื่มชาชนิดต่างๆ ก็จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการเตรียมน้ำชาก่อนดื่ม ที่ปริมาณ caffeine อาจเหลืออยู่ในปริมาณ ที่น้อยมากเมื่อเทียบกับที่มีอยู่ในใบชาสด

ตัวอย่างชาเชียงรายซึ่งเป็นชาแห้งนั้นจะมี caffeine เป็นองค์ประกอบวัดได้ ระหว่างร้อยละ 0.09 (ตัวอย่างชาหมายเลข 16: ดอกชา) ถึงร้อยละ 0.37 (ตัวอย่างชาหมายเลข 5: ชาเขียว) ผลการทดสอบชาเชียงรายให้ผลสอดคล้องกับงานของ Lea and Swobada (ตารางที่ 2.3) ว่าสายพันธุ์ชาที่

แตกต่างกันจะมีปริมาณ caffeine ที่แตกต่างกันโดยชาสายพันธุ์จีนจะมี caffeine เป็นองค์ประกอบมากกว่าชาสายพันธุ์อัสสัม caffeine ในใบชานั้นจะมีฤทธิ์ในการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง กระตุ้นการเต้นของหัวใจ การหายใจ และเพิ่มความดันของเลือด ทำให้ร่างกายตื่นตัวและมีสมาธิดีขึ้น ช่วยทำให้มีสมาธิในการเรียบเรียงข้อมูลได้ดีขึ้น ดังนั้นเครื่องดื่มที่มี caffeine ทั้งที่เป็น กาแฟ น้ำชา หรือ น้ำ cola จึงเป็นเครื่องดื่มที่นิยมในการดื่มเพื่อลดอาการง่วงซึม ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

การตรวจวิเคราะห์สารเคมีในกลุ่ม catechins 4 ชนิดหลักได้แก่(-)-epigallocatechin 3-gallate (EGCG), (-)-epigallocatechin (EGC), (+)-catechin (C) และ (-)-epicatechin (EC) โดยสารเหล่านี้จัดเป็นสารพวก secondary metabolites ภายในใบชาทำให้เกิดรสฝาด และรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ คุณสมบัติเด่นของ catechins คือคุณสมบัติของการเป็น antioxidant (สารต่อต้านอนุมูลอิสระ) ที่มีประสิทธิภาพสูง (ดูหัวข้อที่ 2.7) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง EGCG ซึ่งเป็นสารที่พบได้ในปริมาณสูงและเฉพาะในใบชาเท่านั้น จึงเป็นสารสำคัญหลักในใบชาที่นักวิทยาศาสตร์สนใจในการนำมาทดสอบและทำการวิจัยทางด้านการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์และเภสัชกรรม (ดูตารางที่ 2.4)

จากตัวอย่างชาเชียงรายที่นำมาวิเคราะห์หาสารในกลุ่ม catechins นั้นพบว่า พบ EGC เป็นปริมาณสูงสุดในตัวอย่างชาหมายเลข 22 ซึ่งเป็นชาเขียวผงร้อยละ 4.78 ตรวจพบ C ปริมาณสูงสุดในตัวอย่างชาหมายเลข 18 ซึ่งเป็นชาเขียวสายพันธุ์อัสสัมร้อยละ 1.20 และพบ EC ปริมาณสูงสุดในตัวอย่างชาหมายเลข 20 ร้อยละ 2.80 ตัวอย่างชาในกลุ่มชาเขียวจะให้ปริมาณสารในกลุ่ม catechins สูงเนื่องจากกระบวนการผลิตชาเขียวนั้นมีขั้นตอนในการให้ความร้อนในใบชาสดหลังเก็บโดยไม่ปล่อยให้มีการหมักเกิดขึ้น ทำให้เกิดการ deactivation ของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ยังผลให้ปริมาณ catechins ในใบชาไม่เปลี่ยนแปลงและคงปริมาณสูงไว้จนถึงผลิตภัณฑ์ชาแห้งที่ได้จากการผลิต

EGCG เป็นสารในกลุ่ม catechins ที่พบได้ภายในใบชาเท่านั้นและพบได้ในปริมาณมาก ตัวอย่างชาเชียงรายที่นำมาตรวจวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณ EGCG เป็นองค์ประกอบสูงมาก ตัวอย่างชาที่มีปริมาณ EGCG สูงมากสามอันดับแรกได้แก่ ตัวอย่างชาหมายเลข 24 23 และ 21 มีค่า EGCG ที่วัดได้เป็นร้อยละ 15.05 14.18 และ 12.30 ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ตัวอย่างเป็นชากลุ่มชาเขียว ดังนั้นผู้ที่นิยมบริโภคชาเขียวจะได้รับสาร EGCG เป็นปริมาณสูงและมีประโยชน์ในการส่งเสริมสุขภาพในด้านการป้องกันโรคและการรักษาโรคต่างๆ

4.4 ผลการตรวจหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในตัวอย่างชา

การวิจัยขั้นตอนนี้เป็นการสุ่มเก็บตัวอย่างชาสองโรงงานได้แก่โรงงานนำชัยผลิตชาจีนและโรงงานชาดอยตุงที่มีการผลิตชาแบบอูหลงที่มีเทคนิคและวิธีการต่างกัน เพื่อศึกษาถึงการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในขบวนการผลิตที่เก็บจากกระบวนการผลิตชาอูหลง เป็นการสุ่มเก็บชาระหว่างกระบวนการผลิต ได้แก่ ใบชาสด ใบชาผ่านการคั่วรอบแรก ใบชาผ่านการผึ่งค้างคืน และใบชาหลังการอบ ทั้งนี้ได้มีการเปรียบเทียบชาสองสายพันธุ์ที่นำมาเข้าขบวนการผลิตได้แก่ ชาสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 และ ชาสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 17

ผลการตรวจหาจำนวนแบคทีเรียที่โตได้ในที่ที่มีอากาศ รวมทั้ง yeast และ mold โดยรวม

อาหาร nutrient agar (NA) ใช้ตรวจวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียที่โตได้ในที่ที่มีอากาศ potato dextrose agar (PDA) ใช้ตรวจวิเคราะห์หาจำนวน yeast และ mold (สูตรอาหารทั้งหมดอยู่ในภาคผนวก ง) ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และใช้วิธี spread plate ในการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ จากนั้นบ่มอาหารไว้ในสภาวะหนึ่ง เชื้อจะขึ้นและนับจำนวน colony ของเชื้อที่ขึ้นบนอาหารแข็งแต่ละชนิด

จากการตรวจนับเชื้อแบคทีเรียที่สามารถโตได้ในที่ที่มีอากาศโดยรวมทั้งหมดหลังจาก ที่บ่มอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าในใบชาสดของทุกโรงงานมีปริมาณของเชื้อแบคทีเรียที่สามารถโตได้ในที่ที่มีอากาศโดยรวมมากที่สุด และจะลดลงเมื่อผ่านกระบวนการผลิตชาที่ให้ความร้อน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.8 เช่นในกระบวนการคั่ว และกระบวนการอบ ซึ่งทำให้เห็นได้ว่ากระบวนการผลิตชาที่ใช้ความร้อน มีผลเป็นอย่างมากต่อการลดลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในชา

ตารางที่ 4.8 จำนวนเชื้อแบคทีเรียที่สามารถโตได้ในที่ที่มีอากาศโดยรวมบนอาหาร nutrient agar

ตัวอย่าง	CFU/g ชา			
	ใบชาสด	หลังคั่ว	หลังผึ่งค้างคืน	หลังอบ
ชาอู่หลงก้านอ่อน*	21.60×10^5	ไม่พบ	2.50×10^5	6.70×10^4
ชาอู่หลงเบอร์ 12*	18.90×10^5	3.00×10^4	47.10×10^5	ไม่พบ
ชาอู่หลงเบอร์ 12**	15.46×10^5	6.70×10^3	6.70×10^3	6.70×10^2

* ตัวอย่างชาจากโรงงานชานำชัย

** ตัวอย่างชาจากโรงงานชาดอยตุง

ผลของตรวจนับจำนวน colony ของ yeast และ mold ให้ผลที่คล้ายกับการตรวจนับจำนวน colony ของเชื้อแบคทีเรียที่สามารถโตได้ในที่ที่มีอากาศโดยรวม โดยที่พบปริมาณของ yeast และ mold มากที่ในใบชาสดของทุกโรงงาน และตรวจพบน้อยที่ในใบชาที่ผ่านกระบวนการอบแห้งซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายในขบวนการผลิตชา และนอกจากนี้ยังมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น เมื่อชาถูกผึ่งทิ้งไว้ค้างคืน ซึ่งความชื้นน่าจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณ yeasts และ molds ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณ Yeast และ Mold ที่สามารถโตได้บนอาหาร potato dextrose agar

ตัวอย่าง	CFU/g ชา			
	ใบชาสด	หลังคั่ว	หลังผึ่งค้างคืน	หลังอบ
ชาอู่หลงก้านอ่อน*	1.65×10^7	ไม่พบ	4.20×10^4	ไม่พบ
ชาอู่หลงเบอร์ 12*	8.00×10^5	ไม่พบ	6.00×10^5	7.10×10^4
ชาอู่หลงเบอร์ 12**	1.11×10^7	1.00×10^3	-	ไม่พบ

* ตัวอย่างชาจากโรงงานชานำชัย

** ตัวอย่างชาจากโรงงานชาดอยตุง

ตัวอย่างชา ซึ่งมี ใบชาสด ใบชาผ่านการคั่ว ใบชาที่ผึ่งค้างคืน และใบชาที่ผ่านกระบวนการอบเป็นขั้นตอนสุดท้าย อย่างละ 3 ตัวอย่างจากการโรงงานชา 2 โรงงาน ที่นำมาตรวจสอบหาปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าในใบชาสดจะมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถโตได้ในที่ที่มีอากาศ รวมทั้งมีปริมาณ yeast และ mold มากที่สุด (ตารางที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8) อาจเป็นผลมาจากการปนเปื้อนตามธรรมชาติ ที่มีแหล่งมาจากดิน น้ำ รวมไปถึง การผ่านการเก็บจากมือของคน รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บใบชา ซึ่งทำให้การเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในใบชาสด แต่เมื่อผ่านกระบวนการคั่ว จะเห็นได้ว่าปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น มีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน (ตารางที่ 4.8 และ ตารางที่ 4.9) เนื่องมาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการคั่วสูงประมาณ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 5-7 นาที ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์ หลังจากนั้น ชาจะผ่านกระบวนการผลิตอื่นๆ ในกระบวนการผลิตชาอู่หลง ดังได้แสดงไว้ในแผนผังการผลิตชาของแต่ละโรงงานที่ได้ไปเก็บตัวอย่าง (ภาคผนวก ข) ทำการตรวจสอบชาที่ได้ผึ่งทิ้งไว้ค้างคืนในที่โล่ง ผลปรากฏว่า จากตัวอย่างส่วนใหญ่ จะพบปริมาณของแบคทีเรียที่สามารถโตได้ในที่ที่มีอากาศโดยรวม yeast และ mold เพิ่มมากขึ้น นั่นอาจเนื่องมาจาก อุณหภูมิและความชื้น นั้นมีความเหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ยังคงมีเหลืออยู่จาก

กระบวนการก่อนหน้านั้น และหลังจากนั้นชาจะผ่านกระบวนการผลิตอื่นๆอีกหลายขั้นตอน จนถึงขั้นตอนสุดท้ายในการผลิตคือ กระบวนการอบ ซึ่งเป็นตัวอย่างสุดท้ายที่ได้มาตรวจสอบ พบว่าปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปริมาณที่ต่ำ (ประมาณ 10^2-10^4 CFU/g)

ผลการตรวจหาปริมาณของ coliform bacteria

ตรวจพบ coliform bacteria ในทุกตัวอย่างชาที่เก็บระหว่างกระบวนการผลิตชาจากทั้งสองโรงงาน ซึ่งตรวจพบ coliform bacteria มากที่สุดในตัวอย่างใบชาสดของทุกโรงงาน และพบน้อยที่สุดในตัวอย่างชาที่ผ่านการอบซึ่งเป็นขบวนการทุดท้ายในการผลิตชาของทุกโรงงาน ซึ่งปริมาณของ coliform bacteria จะลดลงในกระบวนการผลิตชาที่ใช้ความร้อนดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจหาปริมาณของ coliform bacteria

ตัวอย่าง	MPN coliform/100 ml			
	ใบชาสด	หลังคั่ว	หลังผึ่งค้างคืน	หลังอบ
ชาอู่หลงก้านอ่อน*	1100	23	210	< 3
ชาอู่หลงเบอร์ 12*	< 3	< 3	< 3	< 3
ชาอู่หลงเบอร์ 12**	64	28	39	< 3

* ตัวอย่างชาจากโรงงานชานำชัย

** ตัวอย่างชาจากโรงงานชาดอยตุง

การตรวจหาปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

จากการตรวจหาปริมาณของเชื้อ *E. coli, S. aureus* และ *B. cereus* ในตัวอย่างชาที่เก็บระหว่างกระบวนการผลิตชาจากโรงงานชาในจังหวัดเชียงราย ตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ในตัวอย่างชาจากโรงงานชานำชัยเท่านั้น ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.11 และไม่ตรวจพบเชื้อ *E. coli* และ *B. cereus* ในตัวอย่างชาจากทั้งสองโรงงาน

ตารางที่ 4.11 ปริมาณ *S. aureus* บนอาหาร mannital egg-yolk + kanamycin

ตัวอย่าง	CFU/g ชา			
	ใบชาสด	หลังคั่ว	หลังผึ่งค้างคืน	หลังอบ
ชาอู่หลงก้านอ่อน*	ไม่พบ	ไม่พบ	4.20×10^4	ไม่พบ
ชาอู่หลงเบอร์ 12*	5.00×10^4	5.67×10^3	4.00×10^3	ไม่พบ
ชาอู่หลงเบอร์ 12**	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

* ตัวอย่างชาจากโรงงานชานำชัย

** ตัวอย่างชาจากโรงงานชาดอยตุง

จะเห็นได้ว่าตัวอย่างชาหลังจากผ่านการอบในขั้นตอนสุดท้ายจะไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทั้งสามชนิดในตัวอย่างชาที่ผ่านกระบวนการอบซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย นั่นอาจเนื่องมาจากความร้อนที่ใช้ในการอบชาที่สูงประมาณ 270 องศาเซลเซียส จึงทำให้ไม่ตรวจพบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคในชาที่ผ่านกระบวนการอบ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับรายงานที่ได้มีการศึกษาถึงจุลินทรีย์ในชาชง (Vanos *et al.*, 2004) ที่ได้รายงานไว้ว่า จากการเก็บตัวอย่างชาระหว่างกระบวนการผลิตในจุดที่ต่างกัน พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบส่วนใหญ่เป็นพวก lactic acid bacteria ซึ่งคาดว่าจะสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของชาชงได้อีกด้วย และจากการศึกษาถึงเชื้อที่ก่อให้เกิดและการเน่าเสียในชาชงนั้น พบว่าเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคไม่สามารถเพิ่มจำนวนและเจริญอยู่ได้ในชาชง ซึ่งแตกต่างกับเชื้อที่ทำให้เกิดการเน่าเสียที่ยังสามารถเจริญอยู่ต่อไปได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อผู้บริโภคต่อไปได้ และนอกจากนี้ในชานั้นจะมีสาร antimicrobial อยู่ด้วย ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุนลินทรีย์ที่ก่อโรคได้หลายตัว (ดูหัวข้อ 4.5)

อย่างไรก็ตามทางกระทรวงสาธารณสุขไม่ได้กำหนดว่าจะต้องตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ในปริมาณเท่าใดในผลิตภัณฑ์จึงจะยอมรับได้ แต่สำหรับองค์การ

ระหว่างประเทศ International Commission on Microbiological Specifications of Foods (ICMSF) ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง มีรายละเอียดดังนี้

Total plate count	กำหนดในช่วงไม่เกิน 10^6 CFU/g
Yeast and Mold	กำหนดในช่วงไม่เกิน 10^4 CFU/g
Eacherichia coli	กำหนดในช่วงไม่เกิน 10^3 CFU/g หรือไม่พบเลย
Samonella spp.	กำหนดต้องตรวจไม่พบ
Bacillus cereus	กำหนดในช่วงไม่เกิน 10^4 CFU/g
Staphylococcus aureus	กำหนดในช่วงไม่เกิน 10^2 CFU/g

(ICMSF,1974)

ซึ่งนั่นก็ถือได้ว่าตัวอย่างชาของเรามีค่าผ่านมาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งกำหนดไว้ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการศึกษาถึงการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ชาในเชียงราย (Chukeatirote *et al.*, 2004) พบว่า มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นจำนวนมากในผลิตภัณฑ์ชาสำเร็จรูป ซึ่งรวมไปถึงเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ไม่ว่าจะเป็น *Salmonella* spp., *Bacillus cereus* หรือ *Staphylococcus aureus* ซึ่งมีปริมาณสูงเกินประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543เรื่องชาและมากกว่าค่ามาตราฐานทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง นั่นอาจเนื่องมาจากตัวอย่างชาของเราเป็นชาที่เพิ่งผ่านกระบวนการผลิตซึ่งต่างจากชาที่ถูกเก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์มาแล้วในช่วงเวลาหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาถึงคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของเครื่องเทศบางชนิดในประเทศอินเดีย (Banerjee *et al.*, 2002) พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในประมาณที่มากทำให้มีค่า ICMSF ที่ต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเครื่องเทศที่ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติก จะมีการปนเปื้อนของ mold ในปริมาณที่มากกว่าเครื่องเทศที่มีการบรรจุถุง ซึ่งทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าขั้นตอนในการบรรจุภัณฑ์นั้นมีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้งเป็นอย่างมาก

4.5 ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชา

การทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชา แบบ agar diffusion ทำเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชา เพื่อวิเคราะห์ว่าสารสกัดจากชาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ได้หรือไม่ และสารสกัดจาก

ชาแต่ละชนิดที่แตกต่างกันมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ แตกต่างกันหรือไม่ ใบชาที่ใช้ในการทดลองนี้ได้มาจากโรงงานผลิต และไร่ชา สุวิรุฬ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย จากผลการทดสอบเชิงคุณภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชาแบบ agar diffusion พบว่าสารสกัดจากชาสดและสารสกัดจากชาแห้งที่ใช้ในการทดสอบสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดที่นำมาทดสอบได้ (ดังตารางที่ 4.12)

สารสกัดจากชาสดสายพันธุ์อัสสัมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *B. subtilis* ได้มากที่สุดวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ inhibition zone ได้ 17 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *B. cereus* กับ *Ent. aerogenes* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 12 มิลลิเมตร สารสกัดจากชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *B. subtilis* ได้มากที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 19 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Ser. marcescens* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 10 มิลลิเมตร และสารสกัดจากชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 17 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Ps. fluorescens* ได้มากที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 20 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้ง การเจริญเติบโตของ *Ser. marcescens* กับ *Ent. aerugenes* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 12 มิลลิเมตร

สารสกัดจากชาแห้งชนิดชาเขียวที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อัสสัมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. luteus* ได้มากที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 20 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Ent. aerugenes* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 0.8 มิลลิเมตร สารสกัดจากชาแห้งชนิดชาเขียวที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. luteus* ได้มากที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 20 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Sal. typhimurium* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 10 มิลลิเมตร สารสกัดจากชาแห้งชนิดชาอูหลงที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์ อูหลงเบอร์ 12 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. luteus* ได้มากที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 20 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Staph. aureus, B. subtilis* และ *Ser. marcescens* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 9 มิลลิเมตร สารสกัดจากชาแห้งชนิดชา อูหลงที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 17 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ของ *M. luteus* ได้มากที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 20 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้ง การเจริญเติบโตของ *Sal. typhimurium* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 9 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.12 ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากใบชา

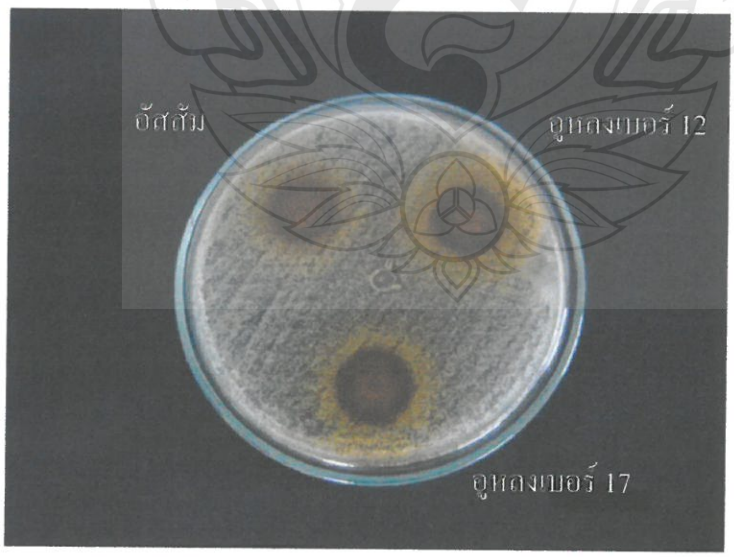
จุลินทรีย์ทดสอบ	Inhibition zone (mm.)						
	สารสกัดจากชาสด			สารสกัดจากชาแห้ง			
				ชาเขียว		ชาอูหลง	
	อัสสัม	อูหลงเบอร์ 12	อูหลง เบอร์ 17	อัสสัม	อูหลง เบอร์ 12	อูหลง เบอร์ 12	อูหลง เบอร์ 17
<u>แบคทีเรียแกรมบวก</u>							
Staph. aureus	-	-	-	13	15	9	12
Strep. faecalis	14	13	-	-	16	20	18
B. subtilis	17	19	18	8	12	9	10
B. cereus	12	14	13	11	16	17	15
M. luteus	15	17	18	20	22	37	23
<u>แบคทีเรียแกรมลบ</u>							
E. coli	-	-	-	-	-	-	-
Salmonella sp.	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Typhimurium	-	-	-	-	10	10	9
Ser. Marcescens	13	10	12	9	11	9	10
Ent. Aerogenes	12	11	12	8	13	14	12
Ps. Fluorescens	15	18	20	10	14	16	15
<u>ยีสต์</u>							
S. serevisiae	-	-	-	-	-	-	-
C. albicans	-	-	-	-	-	-	-
C. utilis	-	-	-	-	-	-	-

- ไม่มีผลยับยั้ง

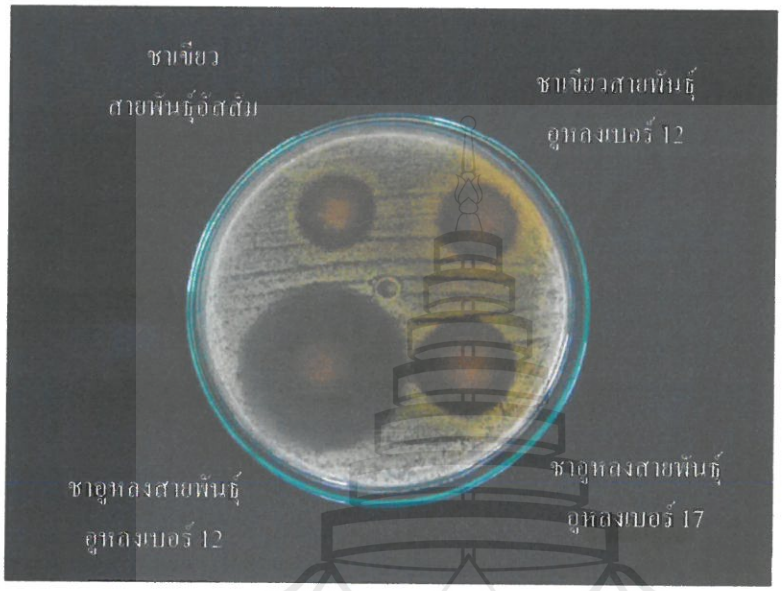
จากตารางที่ที่ 4.12 สารสกัดจากชาสดและสารสกัดจากชาแห้งแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีที่เกิดขึ้นจากกรรมวิธีในการผลิตชาแต่ละชนิด ซึ่งนำไปสู่การได้สารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสกัดจากชาสดและชาแห้ง พบว่าสารสกัดจากชาแห้งสามารถสกัด polyphenols ได้มากกว่าสารสกัดจาก

ชาสด (Chen, 1994) นอกจากนี้สารสกัดจากชาสดและสารสกัดจากชาแห้งส่วนใหญ่พบว่าสารสกัดจากชาแห้งชนิดอูหลงที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. luteus* ได้มากที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดจากชาแห้งชนิดชา อูหลงที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์ อูหลงเบอร์ 17, สารสกัดจากชาแห้งชนิดชาเขียวที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12, สารสกัดจากชาแห้งชนิดชาเขียวที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อัสสัม, สารสกัดจากชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 17 สารสกัดจากชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 และสารสกัดจากชาสดสายพันธุ์อัสสัม วัดขนาด inhibition zone ได้ 37, 23, 22, 20, 18, 17 และ 15 มิลลิเมตรตามลำดับ ตัวอย่างการยับยั้งการเจริญเติบโตแสดงให้เห็นที่สามารถยับยั้งได้มาก ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 สำหรับยีสต์พบว่าสารสกัดจากชาสดและสารสกัดจากชาแห้งไม่สามารถยับยั้งการการเจริญเติบโตได้

สำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของชาเปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะ 2 ชนิด ได้แก่ penicillin และ chloramphenical พบว่ายาปฏิชีวนะทั้งสองชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ยาปฏิชีวนะ penicillin สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. luteus* ได้มากที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 73 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Stap. aureus* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 10 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจากชาพบว่า สารสกัดจากชาแห้งชนิดชาอูหลงที่ผลิตจาก ใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *M. luteus* ได้มากที่สุดวัดขนาด inhibition zone ได้ 37 มิลลิเมตร และสารสกัดจากชาแห้งชนิดชาเขียวที่ผลิตจากใบ ชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12

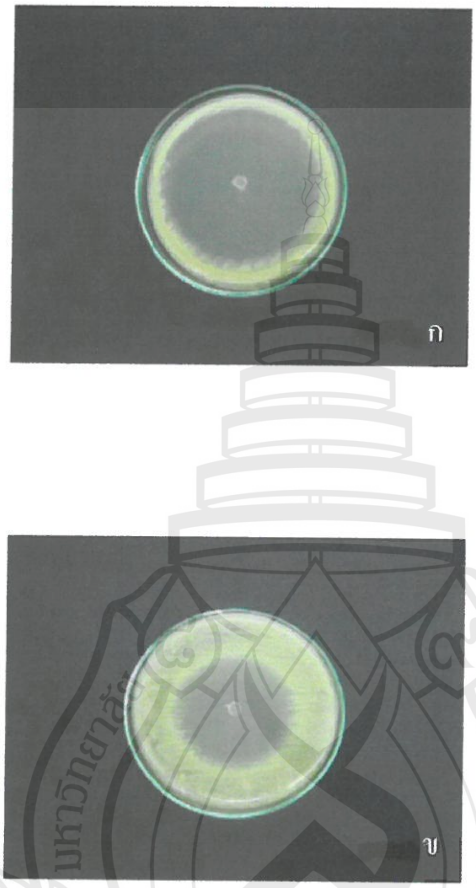


รูปที่ 4.1 การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *M. luteus* ของสารสกัดจากใบชาสด



รูปที่ 4.2 การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *M. luteus* ของสารสกัดจากชาแห้ง

สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Staph. aureus* ได้มากที่สุด วัดขนาด inhibition zoneได้ 15 มิลลิเมตร ยาปฏิชีวนะ chloramphenical สามารถยับยั้งการ เจริญเติบโตของ *B. cereus* ได้มากที่สุด วัดวัดขนาด inhibition zone ได้ 49 มิลลิเมตร และ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. utilis* ได้น้อยที่สุด วัดขนาด inhibition zone ได้ 23 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจากชาพบว่า สารสกัดจากชาแห้งชนิดชาอูหลงที่ผลิตจากใบชาสดสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *B. cereus* ได้มากที่สุด วัด นาด inhibition zone ได้ 17 มิลลิเมตร ตัวอย่างการยับยั้งการเจริญเติบโตแสดงให้เห็นที่สามารถยับยั้งได้มาก ดังรูปที่ 4.3 และดังตารางที่ 4.13



รูปที่ 4.3 การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *M. luteus* ของยาปฏิชีวนะ

(ก) penicillin (ข) chloramphenical

ตารางที่ 4.13 ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากใบชาเปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะ

จุลินทรีย์ทดสอบ	Inhibition zone (mm.)				
	ยาปฏิชีวนะ		ตัวอย่างชาสายพันธุ์อูหลงเบอร์ 12		
	Penicillin	Chloramphenical	ชาสด	ชาแห้งชนิดชาเขียว	ชาแห้งชนิดชาชาอูหลง
<u>แบคทีเรียแกรมบวก</u>					
Staph. aureus	10	25	-	15	9
Strep. faecalis	15	38	13	16	20
B. subtilis	20	30	19	12	9
B. cereus	20	49	14	16	17
M. luteus	73	48	17	22	37
<u>แบคทีเรียแกรมลบ</u>					
E. coli	22	29	-	-	-
Salmonella sp.	50	36	-	-	-
Sal. typhimurium	45	42	-	-	9
Ser. marcescens	30	39	10	10	10
Ent. aerogenes	22	31	11	11	12
Ps. fluorescens	25	37	18	18	15
<u>ยีสต์</u>					
S. serevisiae	-	40	-	-	-
C. albicans	-	-	-	-	-
C. utilis	12	23	-	-	-

- ไม่มีผลยับยั้ง

จากตารางที่ 4.13 เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของยาปฏิชีวนะกับสารสกัดจากชาสดและสารสกัดจากชาแห้ง พบว่ายาปฏิชีวนะที่นำมาทดสอบสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารสกัดจากชาสดและสารสกัดจากชาแห้ง เนื่องจากฤทธิ์ของยาปฏิชีวนะมีผลโดยตรงต่อจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพของยาปฏิชีวนะในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของยา penicillin ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียชนิด staphylococci และ streptococci จะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการสังเคราะห์ผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ และยา

ปฏิชีวนะ chloramphenical จะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ ดังนั้นยาปฏิชีวนะจึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้มากกว่า ซึ่งยาปฏิชีวนะเป็นยารักษาโรคที่ได้จากสิ่งมีชีวิต มีผลในการทำลาย หรือยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นโดยใช้ในปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น (นงลักษณ์ และ ปรีชา, 2544) ถึงแม้ว่าสารสกัดจากชาสดและสารสกัดจากชาแห้งไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีเท่ากับยาปฏิชีวนะ แต่การดื่มชาเป็นประจำทุกวันทำให้สุขภาพของผู้ดื่มแข็งแรง มีประโยชน์ต่อระบบภูมิคุ้มกัน เนื่องจากน้ำชามีสารประกอบpolyphenols ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์ ช่วยป้องกันโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และเป็น antioxidant ที่มีประโยชน์มาก ดังนั้นไม่ว่าจะดื่มชาในปริมาณมากเท่าใดชาก็ไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

จังหวัดเชียงราย เป็นแหล่งเพาะปลูก และผลิตชาที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องมาจากสภาพภูมิศาสตร์ที่เอื้ออำนวยต่อการให้ผลผลิตชา รวมทั้งเป็นแหล่งรวมของกลุ่มคนในพื้นที่ ที่เข้าใจถึงวิทยาการในการเพาะปลูก การใช้ประโยชน์ และผลิตชาที่ถ่ายทอดให้ความรู้กันมาจากรุ่นสู่รุ่น

จากกระแสนิยมของการดื่มชาในปัจจุบันอันเนื่องมาจากการได้รับทราบข้อมูลคุณสมบัติของชาที่มีต่อสุขภาพ และการโฆษณาประชาสัมพันธ์จากสื่อต่างๆ ทำให้ตลาดชาได้ขยายตัวสูงขึ้น มีการผลิตชารูปแบบต่างๆ ออกสู่ตลาด และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค จึงนำไปสู่การขยายพื้นที่เพาะปลูกชา เพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้ชาที่มีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการของตลาด

การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของชาเชียงรายในงานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลปัจจุบันชาจากพื้นที่เพาะปลูกชา กลุ่มพ่อค้าชา และจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนและได้สรุปข้อมูลชาเบื้องต้นเอาไว้ พบว่าชาเป็นสินค้าทางการเกษตรสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของจังหวัดเชียงรายและระดับประเทศ รัฐบาลควรสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการปลูกชาเพิ่มขึ้น โดยเริ่มจากการให้ความรู้แก่เกษตรกรรายใหม่ในการเริ่มเพาะปลูกและดูแลรักษาชา ให้ข้อมูลความรู้ในการคัดเลือกพันธุ์ชามาปลูก วิธีการผลิตชาแบบต่างๆ ส่งเสริมทางด้านเทคโนโลยีการผลิตชาทั้งด้านความรู้และทางด้านโรงงานผลิต ตลาดชาภายในประเทศและต่างประเทศสามารถขยายตัวเพิ่มมากขึ้นโดยการประชาสัมพันธ์ถึงข้อมูลและประโยชน์ของการดื่มชา และการใช้ผลิตภัณฑ์ชาอื่นๆ ต่อไป

การศึกษาวิเคราะห์ถึงมาตรฐานชาเชียงรายพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข อย่างไรก็ตามการกำหนดคุณภาพที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของชาเชียงรายน่าเป็นข้อมูลสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ชาเชียงรายมีลักษณะโดดเด่นเป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้บริโภคและตลาดชาระดับโลก

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพของชาเชียงรายพบว่า ชาเชียงรายมีสารเคมีสำคัญที่เป็นประโยชน์ในทางการแพทย์และเภสัชกรรมอยู่ในปริมาณสูง รวมทั้งยังมีฤทธิ์ทางด้านชีวภาพในการต้านจุลินทรีย์บางกลุ่มได้

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาการผลิตชาให้มีคุณภาพสูงสุด ซึ่งต้องอาศัยวิทยาการด้านต่างๆ ร่วมกันในการพัฒนา เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกสายพันธุ์ชาที่ดี การเพาะปลูกและดูแลรักษาที่เหมาะสม การเก็บเกี่ยว การแปรรูปผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่จะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี การควบคุมคุณภาพและการบรรจุภัณฑ์ เหล่านี้เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ชาที่เป็นเอกลักษณ์ มีคุณภาพและสามารถแข่งขันในเชิงพาณิชย์ได้

การศึกษาในห้องปฏิบัติการต่างๆ เช่นการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี เภสัชวิทยา รวมทั้งประโยชน์ทางสุขภาพและการแพทย์ จะนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของชาให้สูงขึ้น และยังนำไปสู่การผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ที่มีความหลากหลาย

ในการก่อตั้งสถาบันชา มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จึงถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการรวมกลุ่มทำงานวิจัยร่วมกันของนักวิจัยหลากหลายสาขา ที่มองเห็นคุณค่าของพืชเศรษฐกิจที่มีคุณค่าสูงชนิดนี้ นักวิจัยหวังว่าสถาบันชาจะเป็นจุดรวมของวิทยาการทางด้านต่างๆ เกี่ยวกับการพัฒนาชาและผลิตภัณฑ์ และจะมีนักวิจัยทางด้านต่างๆ ทั้งจากภายในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงเอง และนักวิจัยจากสถาบันอื่นๆ ให้ความสนใจและเข้ามาช่วยกันศึกษาพัฒนาเรื่องชา เพื่อให้เกิดงานวิจัยที่มีคุณค่าและสามารถนำเอาไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตชาและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสามารถแข่งขันได้ในเชิงพาณิชย์ระดับโลกต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2547. แนวทางการพัฒนาการผลิตและตลาดชาสู่สากล. เอกสารประกอบการสัมมนา

กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538. ชา เอกสารวิชาการที่ 71. www.ku.ac.th/agri/char (Last accessed 1/8/47)

กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547. ชาสาระน่ารู้. เอกสารวิชาการ

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2544. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย. Available: http://chiangrai.doae.go.th/ (Last accessed 1/8/47)

Ahn, Y.J., Kawamura, T., Kim, M., Yamamoto, T., Mitsuoka, T. (1991) Tea polyphenols: Selective growth inhibitors of Clostridium spp.. *Agric. Biol. Chem.*, 55, 1425-1426.

Banerjee, M. and Sakrar, P.K. (2003) Microbiological quality of some retail spices in India. *Food Res. Int.* 36, 469 – 474.

Bradfield, A.E., Penny, M. and Wright W.B. (1948) The catechins of green tea, Part. I. *J. Chem. Soc*, 32, 2249.

Chen, Z.M. (1994) The physiologically modulating function of tea to humans. *Tea Abstracts*, 8 (1), 1-8; 8(2), 1-8.

Chou, C., L, L. and Chung, K. (1999) Antimicrobial activity of tea as affected by the degree of fermentation and manufacturing season. *Journal of Food Microbiology*. 48, 1225 – 130.

Dai, F., Miao, Q., Zhou, B., Yang, L. and Liu, Z.L. (2006) Protective effects of flavonols and their glycosides against free radical-induced onixdative hemolysis of red blood cells. *Life Scineces* 78, 2488 – 2493.

Chukeatirot, E., Bankluay, K., Kaprom, A., Sampanvejsobha, S. and Winyayong, P. (2004) Microbiological quality of some tea products in Chiang Rai province, Thailand. *Chiang Mai J. Sci.* 31(2), 185 – 189.

Guo, Q., Zhao, B.L., Li, M.F., Shen, S.R. and Xin, W.J. (1996) Studies on protective mechanisms of four components of green tea against lipid peroxidation in synaptosomes. *Biochem. Et Biophy. Acta,* 1304, 210-222.

Kada, T., Kaneko, K., Matsuzaki, S., and Matsuzaki, T. (1985) Detection and chemical identification of natural biomutagens: a case of green tea factor, *Mutation Res.*, 150, 269.

Lea, C.H. and Swoboda, A.T. (1957) The antioxidant action of some polyphenolic constituens of tea, *Chem. & Ind.,* 1073.

Linnaeus, C. (1753) Species Plantarum Ed. 1, Laurentii Salvii, Stockholm, p. 515.

Matsumoto, N., Okushio, K. and Y., Hara. (1998) Effect of black tea polyphenols on plasma lipids in cholesterol-fed rats. *J Nutr Sci Vitaminol.* 44. 337 – 342.

Mavrogeni, S., Kaklamannis, L., Tsiapras, D., Paraskevaidis, I., Karavolias, G., Markussis, V., Karagiorga, M., Douskou, D., Cokkinos, V. and Kremastinos, D.T. (2004) 1169-158 Magnetic resonance imaging can reliably identify heart iron overload in patients with B-thalassemia major. *Journal of the American College of Cardiology.* 43, A 367.

Nakayama, M., Toda, M., Okubo, S., Hara, Y. and Shimamura, T. (1993) Inhibition of the infectivity of influenza virus by black tea extract. The Journal of the Japanese Association for Infectious Diseases. 68. 824-829.

Oguni, I., Chen, S.J., Lin, P.Z., and Hara, Y. (1992) Protection against cancer risk by Japanese green tea, *Prev. Med.*, 21, 332.

Oshima, Y. (1936) Chemial studies on the tannin substance of Formosan ea leaves, *Bull. Agr. Chem. Soc.* Japan, 12, 103.

Rogers, P.J. and Dernoncourt, C. (1998) Regular caffeine consumption: A balance of adverse and beneficial effects for mood and psychomotor perfeormance. Phar. Biochem. and Beh. 59, 1039 – 1045.

Sakanaka, S., Shimura, N., Aizawa, M., Kim, M. and Yamamoto, T. (1992) Preventive effect of green tea polyphenols against dental caries in conventional rats. Biosci. Biotech. Biochem. 56, 592.

Streeter, J.G., and Thompson, J.F. (1972) Anaerobic accumulation of γ-aminobutyric acid and alanine in radish leaves (Raphanus sativus), *Plant Physiol.* 49, 572.

Tirimanna, A.S.L. (1967) Aroma complex with special reference to tea. *Tea Q*, 38, 293-298.

Tsushida, T. (1990) Clarification of amino acids metabolism in tea leaves and development of new type tea-Gabaron tea, *Tea Res. J.* 72, 43.

Vanos, V., Hofstaetter, S. and Cox, L. (1987) The microbiology of instant tea. *Food Microbiology.* 4, 19 – 33.

Yamane, T., Hagiwara, N., Tateishi, M. Akachi, S., Kim, M., Okzumi, J., Kitao, Y., Inagake, M., Kuwata, K., and Takahashi, T. (1991) Inhibbition of azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rat by green tea polyphenol fraction, *Jpn, J. Cancer Res.* 55, 2081.

Yamanishi, T. (1995) Flavour of tea. Food Rev. Int. 11, 477-525

Yasuda, H., and Arakawa, T. Deodorizing mechanism of (-)-epigallocatechin gallate against methyl mercaptan. *Biosci. Biotech. Biochem.* 59, 1232.

Zhen, Y. (2002) Tea: Bioactivity and therapeutic potential. London and New York, p. 58.

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บข้อมูลชา

แบบสอบถามข้อมูลชา จังหวัดเชียงราย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ปลูก และผู้ผลิตชาแปรรูป

ชื่อ..... นามสกุล .....(เจ้าของ)

ชื่อ ..... นามสกุล .....(ผู้ให้ข้อมูล ในกรณีเจ้าของไม่ได้เป็นคนให้เอง)

<u>ที่อยู่ที่ติดต่อได้</u>

เลขที่ ..... หมู่ ..... ตำบล ..... อำเภอ ..... จังหวัด .....

โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

ท่านเป็น

☐ เป็นผู้ปลูกชา

☐ เป็นสมาชิกสหกรณ์ หรือ กลุ่มเกษตรกร ..... เลขที่สหกรณ์.....

☐ เป็นเจ้าของโรงงานผลิตชาแปรรูป

☐ ผู้ค้า-จำหน่าย ชาแปรรูป ชื่อร้านค้า หรือ บริษัท ..... (ถ้ามี)

2. พื้นที่ปลูกชาของท่านมีทั้งหมด .....แหล่ง ดังนี้

<u>แหล่งที่ 1</u> เลขที่ ..... หมู่ ..... ตำบล ..... อำเภอ ..... จังหวัด .....

โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

โดยปลูกชา.....ไร่ แบ่งเป็น

พันธุ์ชา	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวนต้นต่อไร่ โดยประมาณ	อายุของต้นชา โดยประมาณ (ปี)	ต้นทุนสำหรับ พันธุ์ชา (บาท/ไร่)	ค่าใช้จ่ายในการ ปลูกชา (บาท/ไร่/ปี)
ชาอัสสัม					
ชาอู่หลงเบอร์ 12					
ชาอู่หลงก้านอ่อน					
ชาชิงชิง					
ชาสี่ฤดู					
ชาอื่นๆ					
ชาอื่นๆ					

แหล่งที่ 2 เลขที่ ..... หมู่ ..... ตำบล ..... อำเภอ ..... จังหวัด .....

โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

โดยปลูกชา.....ไร่ แบ่งเป็น

พันธุ์ชา	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวนต้นต่อไร่ โดยประมาณ	อายุของต้นชา โดยประมาณ (ปี)	ต้นทุนสำหรับ พันธุ์ชา (บาท/ไร่)	ค่าใช้จ่ายในการ ปลูกชา (บาท/ไร่/ปี)
ชาอัสสัม					
ชาอู่หลงเบอร์ 12					
ชาอู่หลงก้านอ่อน					
ชาชิงชิง					
ชาสี่ฤดู					
ชาอื่นๆ					
ชาอื่นๆ					

แหล่งที่ 3 เลขที่ ..... หมู่ ..... ตำบล ..... อำเภอ ..... จังหวัด .....

โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

โดยปลูกชา.....ไร่ แบ่งเป็น

พันธุ์ชา	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวนต้นต่อไร่ โดยประมาณ	อายุของต้นชา โดยประมาณ (ปี)	ต้นทุนสำหรับ พันธุ์ชา (บาท/ไร่)	ค่าใช้จ่ายในการ ปลูกชา (บาท/ไร่/ปี)
ชาอัสสัม					
ชาอู่หลงเบอร์ 12					
ชาอู่หลงก้านอ่อน					
ชาชิงชิง					
ชาสี่ฤดู					
ชาอื่นๆ					
ชาอื่นๆ					

3. การจ้างแรงงานในแปลงปลูกชา

ลักษณะงาน	จำนวน คนงาน รายวันต่อ ครั้ง	ปีละกี่ ครั้ง	ค่าจ้าง (บาท/ครั้ง)	ค่าจ้าง (บาท/ กก.)	มีคนงานประจำ (คน)	ค่าจ้างคนงานประจำ (บาท/เดือน)
การดูแลไร่ชา						
การเก็บชา						
อื่นๆ						
อื่นๆ						
อื่นๆ.....						

4. ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ในแปลงปลูก

สารเคมี	ปริมาณที่ใช้ต่อไร่ ต่อปี	ราคาสารเคมีต่อหน่วย (บาท)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

5. ชนิดและปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในแปลงปลูก

ปุ๋ย	ปริมาณที่ใช้ต่อไร่ ต่อปี	ราคาปุ๋ยต่อหน่วย (บาท)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

6. ผลผลิตเฉลี่ยใบชาสด

พันธุ์ชา	ปริมาณการเก็บใบชาสด			ฤดูหรือเดือนที่ให้ปริมาณชาสูงสุด	ฤดูหรือเดือนที่ให้ชาคุณภาพดีที่สุด
	ครั้ง/ปี	กก./ครั้ง	รวม กก./ปี		
ชาอัสสัม					
ชาอูหลงเบอร์ 12					
ชาอูหลงก้านอ่อน					
ชาชิงชิง					
ชาสี่ฤดู					
ชาอื่นๆ					
ชาอื่นๆ					

7. <u>ถ้าท่านไม่ได้เป็นเจ้าของโรงงานผลิต</u> ชาสดที่ได้ท่านนำไปขายโดยตรง หรือ จ้างให้มีการแปรรูปดังนี้

พันธุ์ชา	ใบชาสด (กก./ปี)	จำหน่ายใบชาสดโดยตรง (กก./ปี)	ปริมาณใบชาที่จ้างโรงงานแปรรูปให้(กก.)			
			ชาเขียว	อูหลง		ชาหมัก
				แบบเส้น	แบบเม็ด	
ชาอัสสัม						
ชาอูหลงเบอร์ 12						
ชาอูหลงก้านอ่อน						
ชาชิงชิง						
ชาสี่ฤดู						
ชาอื่นๆ						
ชาอื่นๆ						

ค่าใช้จ่ายในการจ้างแปรรูปชา

พันธุ์ชา	ค่าจ้างในการแปรรูปชาคิดจากน้ำหนักใบชาแห้ง (บาท/กก.)				
	ชาเขียว	อูหลง		ชาหมัก	โรงงานที่ส่งไปแปรรูป
		แบบเส้น	แบบเม็ด		
ชาอัสสัม					
ชาอูหลงเบอร์ 12					
ชาอูหลงก้านอ่อน					
ชาชิงชิง					
ชาสี่ฤดู					
ชาอื่นๆ					
ชาอื่นๆ					

8. <u>กรณีที่ท่านมีโรงงานผลิต</u> หรือมีเครื่องจักรในการแปรรูปชา

พันธุ์ชา	ใบชาสดที่ท่านปลูกเอง (กก./ปี)	การแปรรูปใบชาสดที่ท่านปลูกเอง (กก.)			
		ชาเขียว	อูหลง		ชาหมัก
			แบบเส้น	แบบเม็ด	
ชาอัสสัม					
ชาอูหลงเบอร์ 12					
ชาอูหลงก้านอ่อน					
ชาชิงชิง					
ชาสี่ฤดู					
ชาอื่นๆ					
ชาอื่นๆ					

มูลค่าการลงทุนในการสร้างโรงงานของท่านโดยประมาณ .....บาท

โรงงานสร้างเมื่อปี พ.ศ. .....

มีการปรับปรุงโรงงานครั้งสุดท้ายเมื่อปี พ.ศ. .....

ค่าใช้จ่ายในการแปรรูป

ชนิดชาแปรรูป	ค่าแรงงาน (บาท/ปี)	ค่าวัสดุบรรจุ (บาท/ปี)	ค่าเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ (ระบุ)
ชาเขียว				
ชาอูหลง แบบเส้น				
ชาอูหลง แบบเม็ด				
ชาหมัก				

ถ้าโรงงานของท่านรับจ้างผลิตชาแปรรูป ให้ผู้ปลูกรายอื่น

ชนิดชาแปรรูป	ค่าจ้างที่ท่านได้จากการรับจ้างผลิตชาแห้ง (บาท/กก.)	ปริมาณชาที่ท่านสามารถรับจ้างผลิต (กก./ปี)
ชาเขียว		
ชาอูหลง แบบเส้น		
ชาอูหลง แบบเม็ด		
ชาหมัก		

9. เทคโนโลยีการผลิต

ชื่อสถานประกอบการของท่าน .....

☐ ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม

☐ ไม่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....

ความชำนาญในการใช้เทคโนโลยีของแรงงาน

☐ เชี่ยวชาญ

☐ ปานกลาง

☐ เล็กน้อย

☐ ไม่เลย

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

☐ นำเข้าจากต่างประเทศ

☐ ซื้อภายในประเทศ

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....

อุปกรณ์เครื่องจักรที่มีใช้ในการผลิตชา

☐ เครื่องผึ่งใบชา แบบ ..... นำเข้า/ทำเอง อัตราการผลิต .....

☐ เครื่องเขย่ากระตุ้นใบชา แบบ ..... นำเข้า/ทำเอง อัตราการผลิต .....

☐ เครื่องคั่วใบชา แบบ ..... นำเข้า/ทำเอง อัตราการผลิต .....

☐ เครื่องนวดใบชา แบบ ..... นำเข้า/ทำเอง อัตราการผลิต .....

☐ เครื่องเขย่าสางใบชา แบบ ..... นำเข้า/ทำเอง อัตราการผลิต .....

☐ เครื่องอบแห้งใบชา แบบ ..... นำเข้า/ทำเอง อัตราการผลิต .....

☐ เครื่องคัดใบชา แบบ ..... นำเข้า/ทำเอง อัตราการผลิต .....

☐ เครื่องบรรจุใบชา แบบ ..... นำเข้า/ทำเอง อัตราการผลิต .....

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....

10. ตลาดชา และ ราคาขายภายในประเทศ

พันธุ์ชา	ราคาขาย ส่ง ; ปลีก (บาท/กก.)			
	ชาเขียว	อูหลง		ชาหมัก
		แบบเส้น	แบบเม็ด	
ชาอัสสัม	;	;	;	;
ชาอูหลงเบอร์ 12	;	;	;	;
ชาอูหลงก้านอ่อน	;	;	;	;
ชาชิงชิง	;	;	;	;
ชาสี่ฤดู	;	;	;	;
ชาอื่นๆ	;	;	;	;
ชาอื่นๆ	;	;	;	;

☐ ท่านมีร้านจำหน่ายชาเอง ชื่อร้านค้า .....

เลขที่ ..... หมู่ ..... ตำบล ..... อำเภอ ..... จังหวัด .....

โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

☐ ท่านส่งชาให้บริษัท หรือ ร้านค้าอื่นๆ ดังรายชื่อต่อไปนี้ (เรียงตามลำดับปริมาณที่ขายให้จากมากไปน้อย)

1.....2.....3.....

4.....5.....6.....

11. ตลาดชาต่างประเทศ มีการส่งออกไปยังประเทศ (ถ้ามี)

พันธุ์ชา	ปริมาณส่งออก (กก./ปี) // ราคาส่งออก (บาท / กก.)			
	ชาเขียว	อูหลง		ชาหมัก
		แบบเส้น	แบบเม็ด	
ชาอัสสัม	//	//	//	//
ชาอูหลงเบอร์ 12	//	//	//	//
ชาอูหลงก้านอ่อน	//	//	//	//
ชาชิงชิง	//	//	//	//
ชาสี่ฤดู	//	//	//	//
ชาอื่นๆ	//	//	//	//
ชาอื่นๆ	//	//	//	//

ตลาดชาต่างประเทศได้แก่ (เรียงตามลำดับปริมาณที่ส่งออกจากมากไปน้อย)

พันธุ์ชา	ประเทศที่ส่งชาไปจำหน่าย					
	1	2	3	4	5	6
ชาอัสสัม						
ชาอูหลงเบอร์ 12						
ชาอูหลงก้านอ่อน						
ชาชิงชิง						
ชาสี่ฤดู						
ชาอื่นๆ						
ชาอื่นๆ						

12. ท่านมีปริมาณชาคงเหลือที่รอการจำหน่ายอยู่เป็นปริมาณเท่าไหร่

ชนิดชาที่เหลือ	ปริมาณ (กก.)
1.	
2.	
3.	
4.	

13. ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

☐ ด้านการเกษตร เช่น พันธุ์ชา การดูแลชา แหล่งน้ำ หรืออื่นๆ (ระบุ)

.....

.....

☐ ด้านการแปรรูป (ระบุ)

.....

.....

☐ ด้านบรรจุภัณฑ์ (ระบุ)

.....

.....

☐ ด้านอื่นๆ (ระบุ)

.....

.....

14. การส่งเสริม/สนับสนุน จากภาครัฐ

กิจการของท่านได้รับการส่งเสริม/สนับสนุน จากภาครัฐหรือไม่

☐ ได้รับ

☐ ไม่ได้รับ

กรณีท่านได้รับการส่งเสริม/สนับสนุน จากภาครัฐ

ท่านได้รับการส่งเสริม/สนับสนุน จากหน่วยงานของภาครัฐในระดับใด

☐ ระดับ กระทรวง/กรม ..... (ระบุหน่วยงาน)

☐ ระดับ จังหวัด .....(ระบุ)

☐ ระดับท้องถิ่น (อบจ./อบต./เทศบาล) .....(ระบุ)

ท่านได้รับการส่งเสริม/สนับสนุน จากหน่วยงานข้างต้นในด้านใด

☐ สนับสนุนการเงิน/ การลงทุน

☐ ส่งเสริมการตลาด

☐ เพิ่มพูนความรู้และพัฒนาทักษะในด้านต่างๆ (เช่น การเกษตร กระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ)

.....(ระบุ)

☐ ด้านอื่นๆ .....(ระบุ)

15. ข้อมูล ข้อเสนอแนะ อื่นๆ ถ้ามี

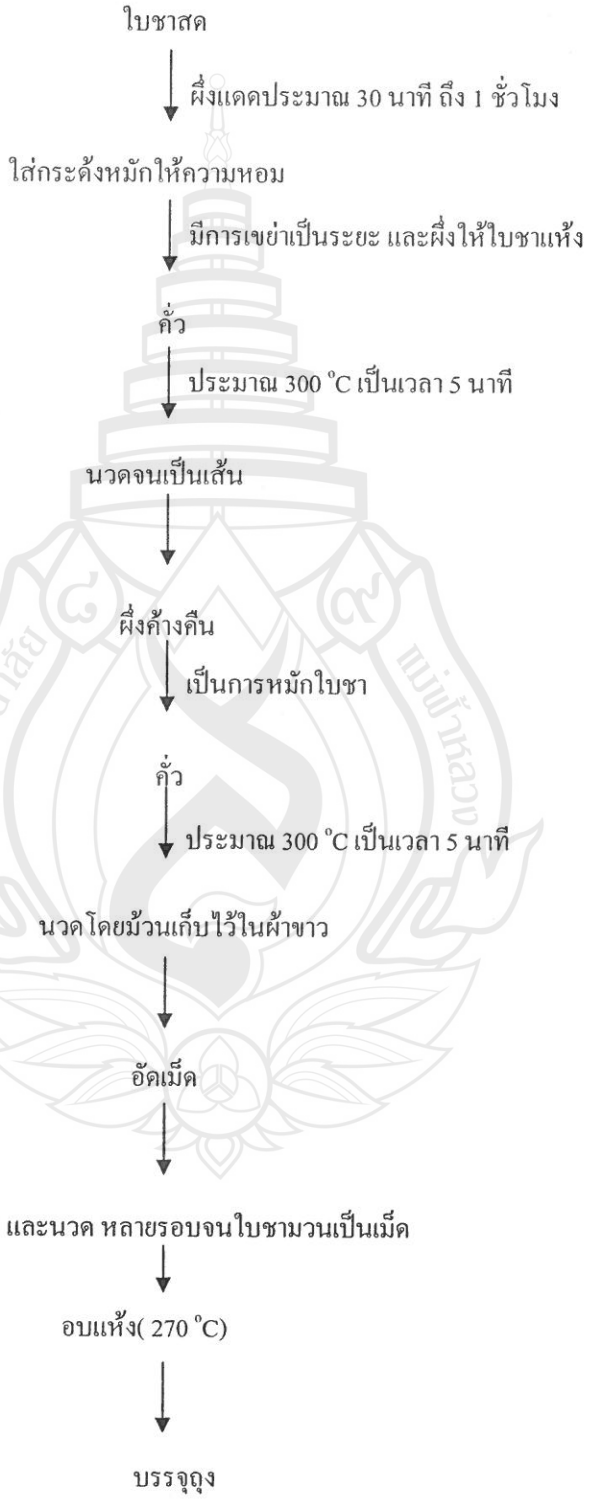
.....

หมายเหตุ

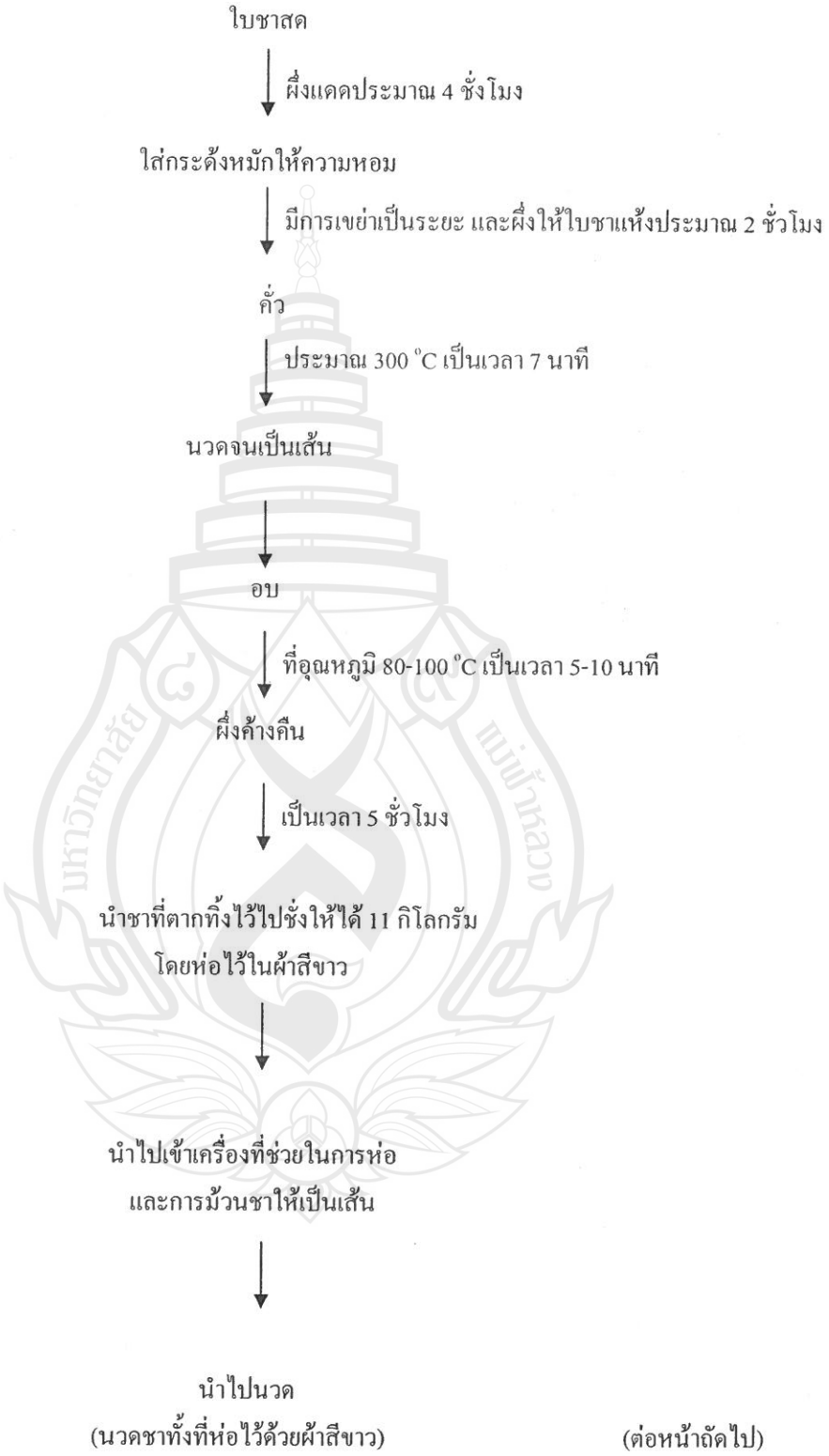
เก็บข้อมูลโดย ..... วันที่.....

ภาคผนวก ข

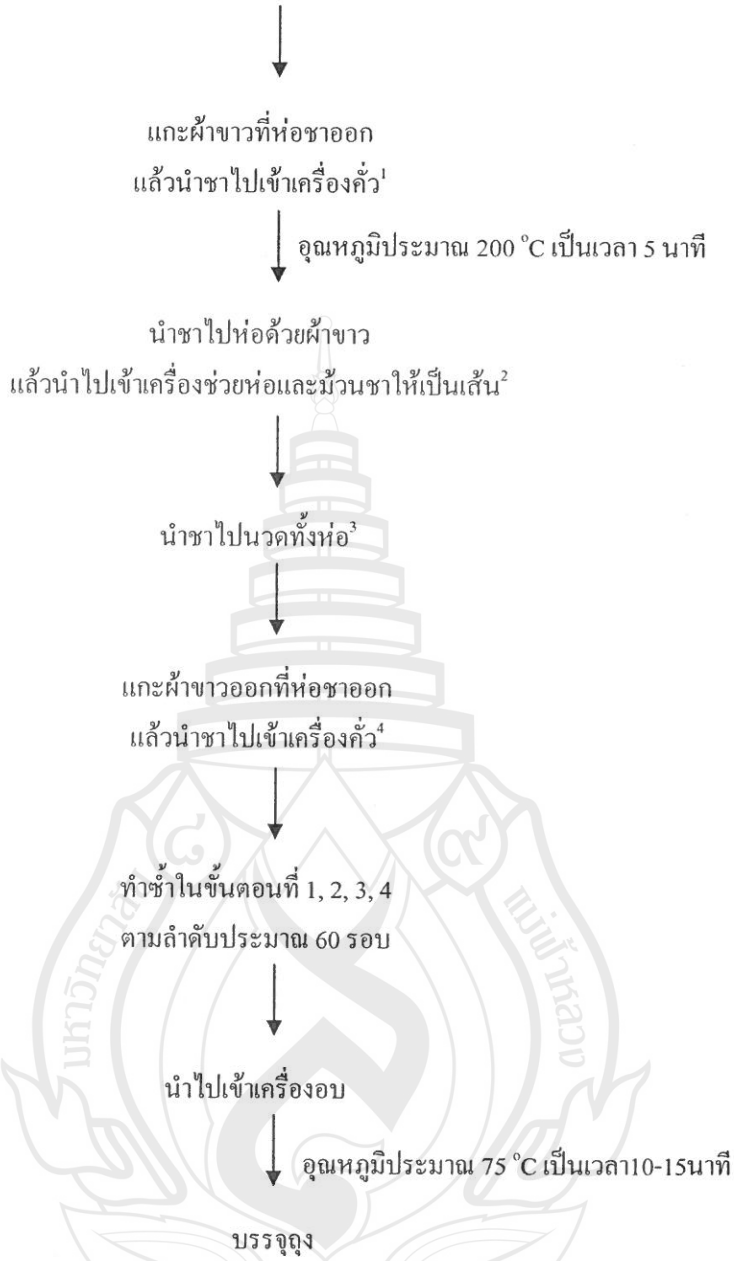
กระบวนการผลิตชาอูหลงของโรงงานนำชัย



กระบวนการผลิตชาอู่หลงของโรงงานชาดอยตุง



(ต่อหน้าถัดไป)

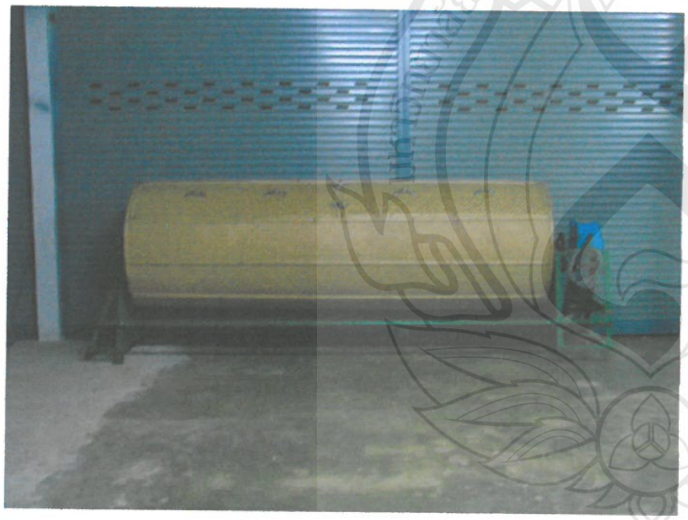

แกะผ้าขาวที่ห่อชาออก
แล้วนำชาไปเข้าเครื่องคั่ว[1]
อุณหภูมิประมาณ 200 °C เป็นเวลา 5 นาที
นำชาไปห่อด้วยผ้าขาว
แล้วนำไปเข้าเครื่องช่วยห่อและม้วนชาให้เป็นเส้น[2]
นำชาไปนวดทั้งห่อ[3]
แกะผ้าขาวออกที่ห่อชาออก
แล้วนำชาไปเข้าเครื่องคั่ว[4]
ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 1, 2, 3, 4
ตามลำดับประมาณ 60 รอบ
นำไปเข้าเครื่องอบ
อุณหภูมิประมาณ 75 °C เป็นเวลา10-15นาที
บรรจุถุง

การผึ่งใบชาสดของโรงงานดอยตุง

ใบชาสดพันธุ์อู่หลงเบอร์ 12

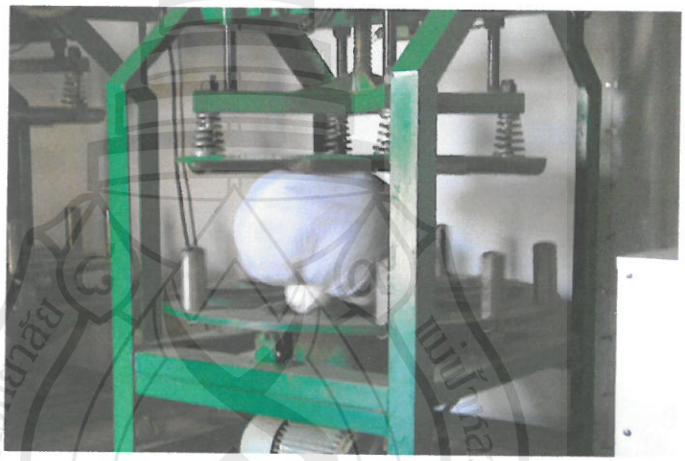
การคั่วใบชา และลักษณะของเครื่องคั่วของโรงงานชาดอยตุง

เครื่องนวดชาและกระบวนการนวดชา



เครื่องที่ใช้ในการเขย่าใบชา

เครื่องที่ช่วยในการนวดชาและม้วนขึ้นรูปใบชาชา



เครื่องนวดชาเพื่อม้วนใบชาชา

เครื่องอบชา

ภาคผนวก ค

ตาราง Most Probable Numbers (MPN): Determination for multi-tube test.

Number of Tubes Giving Positive Reaction			MPN Index per 100 ml	95% Confidence Limits	
3 of 10 ml Each	3 of 10 ml Each	3 of 10 ml Each		Lower	Upper
0	0	1	3	<0.5	9
0	1	0	3	<0.5	13
1	0	0	4	<0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	150
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	380
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800

From: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,* 14th edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Washington, D.C., 1975.

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543 เรื่อง ชา

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ชา

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราช บัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและ เสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 58 (พ.ศ.2524) เรื่อง ชา ลงวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2524

ข้อ 2 ให้ชาเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 ชาตามข้อ 2 แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) ชา หมายความว่า ใบ ยอด และก้าน ที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล Camellia ที่ทำให้แห้งแล้ว

(2) ชาผงสำเร็จรูป (instant tea) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำของเหลว ซึ่งสกัดมาจากชา และนำมาทำให้เป็นผงกระจายตัวได้ง่ายเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่มได้ทันที

(3) ชาปรุงสำเร็จ หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชาตาม (1) หรือ (2) มาปรุงแต่งรสในลักษณะพร้อมบริโภคและบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ไม่ว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะเป็นชนิดเหลวหรือแห้งให้ถือว่าเป็นชา ซึ่งต้องปฏิบัติตามประกาศฉบับนี้ด้วย

ข้อ 4 ชาตามข้อ 3(1) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก

(2) มีเถ้าทั้งหมด (total ash) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนักชาแห้ง

(3) มีเถ้าที่ละลายน้ำได้ (water soluble ash) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 45 ของเถ้าทั้งหมด

(4) มีสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน (hot water extract) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 32 ของน้ำหนักชาแห้ง

(5) มีกาเฟอีน (caffeine) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก

(6) ไม่ใส่สี

ในกรณีที่ชามีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่น วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อ ร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 5 ชาตามข้อ 3(2) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก

(2) มีเถ้าทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำหนักชาผงสำเร็จรูปแห้ง

(3) มีกาเฟอีน (caffeine) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4.0 ของน้ำหนัก เว้นแต่ชาผงสำเร็จรูปที่สกัดเอากาเฟอีนออกแล้ว ให้มีกาเฟอีนได้ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(4) ไม่ใส่สี

ในกรณีชาผงสำเร็จรูปมีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่นหรือรส วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 6 ชาตามข้อ 3(3) ชนิดเหลว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของชา

(2) ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ

(3) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(4) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อชาปรุงสำเร็จ 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

(5) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (Escherichia coli)

(6) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ไม่มียีสต์และเชื้อรา

(9) ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินที่กำหนด ดังต่อไปนี้

(9.1) สารหนู ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.2) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.3) ทองแดง ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.4) สังกะสี ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.5) เหล็ก ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.6) ดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.7) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(10) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(11) ให้ใช้วัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

(11.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(11.2) กรดเบนโซอิกหรือกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน (11.1) หรือ (11.2) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิดต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด

เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(12) ในกรณีชาปรุงสำเร็จมีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่นหรือรส วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 7 ชาปรุงสำเร็จชนิดแห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก

(2) เมื่อละลายหรือผสมน้ำตามที่กำหนดไว้ในฉลาก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 6

ข้อ 8 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 9 การใช้ภาชนะบรรจุชา ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง

ภาชนะบรรจุ

ข้อ 10 การแสดงฉลากของชา ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 11 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 58 (พ.ศ.2524) เรื่อง ชา ลงวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2524 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าชาที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 8 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 13 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543

(คัดจากราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม 2544)

ภาคผนวก ง

1. สูตรอาหารที่ใช้ในการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในขบวนการผลิตชา

1.1 Nutrient Agar (NA)

ส่วนประกอบมีดังนี้

Peptic digest of animal tissue	5.0 g/l
Sodium Chloride	5.0 g/l
Beef Extract	1.5 g/l
Yeast Extract	1.5 g/l
Agar	15.0 g/l

ชั่ง Nutrient agar ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูปมา 13 g ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 l และนำไปต้มจน agar ละลาย จากนั้นนำไปเข้าเครื่อง Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ แล้วนำมาเทใส่ plates ที่ทำการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว ก่อนนำไปใช้ทำการ dry plate ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมงก่อนที่จะนำไปใช้

1.2 Mannitol Egg-Yolk Kanamycin (MYK)

ส่วนประกอบมีดังนี้

Beef extract	01.0 g/l
Peptone	10.0 g/l
Mannitol	10.0 g/l
NaCl	10.0 g/l
Phenol Red	00.025 g/l
Agar	15.0 g/l
Distilled water	900 ml/l

ผสมส่วนประกอบดังข้างต้นเข้าด้วยกัน แล้วปรับค่า pH ให้เท่ากับ 7.2 ± 0.1 จากนั้นคนให้ทั่วและใช้ความร้อนในการละลาย agar แล้วนำไปเข้าเครื่อง Autoclave เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 121 °C ทิ้งไว้ให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 50 °C ขั้นตอนสุดท้ายเติม 2.5 µg/ml ของสารละลาย Kanamycin (Rondgrodejanarak *et al.*,1993) และ 3% ของไข่แดง ลงไปในอาหารที่เตรียมเอาไว้ จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน แล้วเทอาหารลงใน plate ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ประมาณ 15 ml ต่อหนึ่ง plate ทำการ dry plate ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปใช้

1.3 SIM Medium

ส่วนประกอบมีดังนี้

Yeast Extract	10.0 g/l
Casein Peptone	10.0 g/l
Meat Peptone	6.0 g/l
Ferric-ammonium sulfate	0.2 g/l
Sodium Thiosulfate	0.2 g/l
Agar	3.7 g/l

ชั่ง SIM agar ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูปมา 30 g ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 l และนำไปต้มจน agar ละลาย จากนั้นดูดอาหารที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันมา 3 ml ใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็กแต่ละหลอด นำไปเข้าเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ แล้วนำมาวางแนวตั้งตรงโดยไม่ต้องเอียง

1.4 Potato Dextrose Agar (PDA)

มีส่วนประกอบดังนี้

Potatoes, Infusion from	200 g/l
Dextrose	20 g/l
Agar	15 g/l

ชั่ง PDA ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูปมา 39 g ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 l และนำไปต้มจน agar ละลาย จากนั้นปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 5.6 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 °C แล้วนำไปเข้าเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ แล้วนำมาเทใส่ plates ที่ทำการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว ก่อนนำไปใช้ทำการ dry plate ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมงก่อนที่จะนำไปใช้

1.5 Eosin Methylene Blue agar (EMB)

มีส่วนประกอบดังนี้

Peptone	10 g/l
Lactose	5 g/l
Sucrose	5 g/l
Dipotassium Phosphate	2 g/l
Agar	13.5 g/l

Eosin Y	0.4 g/l
Methylene Blue	0.065 g/l

ชั่ง EMB ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูปมา 38 g ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 l และนำไปต้มจน agar ละลาย จากนั้นปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 7.2 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 °C แล้วนำไปเข้าเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ แล้วนำมาเทใส่ plates ที่ทำการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว ก่อนนำไปใช้ทำการ dry plate ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมงก่อนที่จะนำไปใช้

1.6 Lactose Broth

ชั่ง lactose ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูปมา 13 g ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 l และนำไปต้มจน agar ละลาย จากนั้นดูดอาหารที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันมา 10 ml ใส่ในหลอดทดลองขนาดกลางแต่ละหลอด ใส่ durum tube ลงไปในแต่ละหลอดทดลอง แล้วนำไปเข้าเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ

2. การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 Sodium Chloride Solution (0.85%)

มีส่วนประกอบดังนี้

NaCl	8.5 g/l
Distilled water	1.0 l

ชั่ง NaCl มา 8.5 g ละลายใน Distilled water ปริมาตร 1 l จนได้สารละลายใส จากนั้นดูดสารละลายที่เป็นเนื้อเดียวกันมา 9 ml ใส่ในหลอดทดลองขนาดกลางแต่ละหลอด และตวง 90 ml ใส่ลงขวดรูปชมพู่ขนาด 100 ml แล้วนำไปเข้าเครื่อง Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ

2.2 Kovac's Reagent

มีส่วนประกอบดังนี้

Para-dimethyl-amino benzaldchyde	5.0 g
Amyl or Butyl alcohol	75 ml
HCl , concentrate	25 ml

ผสม Para-dimethyl-amino benzaldchyde กับ Amyl or Butyl alcohol ใน water bath ที่อุณหภูมิ 30-60 °C ขณะที่ปล่อยให้เย็น เท HCl 3 M. ลงไปผสม เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในขวดสีชาไว้ในตู้เย็น

2.3 Crystal Violet

มีส่วนประกอบดังนี้

Crystal Violet (gentian violet)	0.5 g
Distilled water	1.0 l

ละลาย crystal violet ปริมาณ 0.5 g ใน distilled water ปริมาตร 1 l ถ้ามีตะกอนกรองออกก่อนที่จะนำไปใช้

2.4 Gram's Iodine

มีส่วนประกอบดังนี้

Iodine	1.0 g
Potassium Iodine	2.0 g
Distilled water	300 ml

ละลาย iodine ปริมาณ 1 g และ potassium iodine ปริมาณ 2 g ใน distilled water ปริมาตร 300 ml แล้วนำไปเก็บในขวดสีชา

2.5 Safanin

มีส่วนประกอบดังนี้

Safanin O	0.25 g
95% Ethanol	10 ml
Distilled water	100 ml

ละลาย Safanin O 0.25 g ใน 95% ethanol ปริมาตร 10 ml แล้วเติม distilled water ปริมาตร 100 ml ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปเก็บในขวดสีชา

2.6 H_2O_2 Solution (3%)

มีส่วนประกอบดังนี้

H_2O_2	3.0 g
Distilled water	100 ml

ผสม H_2O_2 ปริมาณ 3 g เข้ากับ distilled water ปริมาตร 100 ml ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปเก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิประมาณ 4 °C

3. การย้อมสีแกรม (Gram stain)

1. เกลี่ย (smear) เชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องย้อมลงบนสไลด์ที่สะอาด แล้วตรึงเซลล์ โดยนำสไลด์ไปผ่านไฟ 2-3 ครั้งอย่างรวดเร็ว เพื่อทำให้เซลล์แห้งติดกับสไลด์
2. หยดสี crystal violet ลงบนบริเวณเชื้อที่เกลี่ยไว้บนสไลด์ นาน 1-2 นาทีแล้วนำไปผานน้ำอย่างรวดเร็ว
3. หยดสารละลาย iodine ลงบนบริเวณเชื้อที่เกลี่ยไว้บนสไลด์ นาน 2 นาที แล้วนำไปผ่านน้ำ สารละลาย iodine จะช่วยให้เซลล์ติดสีย้อมได้ดียิ่งขึ้น
4. นำเชื้อที่เกลี่ยเอาไว้มาล้างสี (decolorize) ด้วย 95% ethanol โดยหยด ethanol ลงบนบริเวณที่เกลี่ยเชื้อ แล้วรีบนำไปผ่านน้ำ ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง
5. หยดสี safanin ลงบนบริเวณเชื้อที่เกลี่ยไว้บนสไลด์ นาน 15-31วินาที จากนั้นนำไปผ่านน้ำเปล่า แล้วซับให้แห้ง
6. นำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แบคทีเรียแกรมบวกจะติดสีม่วง ของ crystal violet ส่วนแบคทีเรียแกรมลบจะติดสีแดงของ safanin

ภาคผนวก จ

พื้นที่เพาะปลูกชาของโลกปี 2545

อันดับ	ประเทศ	พื้นที่ปลูก (Hectare)
1	China	907,902
2	India	430,000
3	Sri Lanka	189,000
4	Kenya	113,000
5	Indonesia	121,000
6	Viet Nam	98,000
7	Turkey	76,700
8	Myanmar	67,087
9	Japan	50,100
10	Bangladesh	48,600
14	Thailand	14,777
	Others	218,566
	World	2,334,732

ที่มา: FAO

ผลผลิตชาโลกปี 2545

อันดับ	ประเทศ	ปริมาณ (ตัน)
1	India	826,165
2	China	759,837
3	Sri Lanka	310,000
4	Kenya	287,000
5	Indonesia	163,400
6	Turkey	150,000
7	Viet Nam	89,600
8	Japan	85,000
9	Argentina	63,000
10	Bangladesh	52,000
25	Thailand	6,677
	Others	308,196
	World	3,100,875

ที่มา: FAO

ปริมาณและมูลค่าส่งออกใบชาและผลิตภัณฑ์ชา

(ปี 2541 – 2545)

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

ปี	ชาใบ		ผลิตภัณฑ์	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
2541	219.62	17.97	269.32	22.82
2542	403.47	23.50	401.83	26.68
2543	561.86	33.98	273.31	27.99
2544	1,254.18	86.62	497.22	40.69
2545	1,689.28	102.83	383.39	44.27
อัตราเพิ่ม (%)	68.45	61.50	73.75	10.10

ที่มา: กรมศุลกากร

ปริมาณและมูลค่านำเข้าใบชาและผลิตภัณฑ์ชา

(ปี 2541 – 2545)

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

ปี	ชาใบ		ผลิตภัณฑ์	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
2541	455.22	44.04	38.30	21.39
2542	424.50	36.68	73.91	23.14
2543	444.51	45.66	65.82	35.67
2544	574.64	62.12	292.05	113.94
2545	827.47	96.24	626.21	124.81
อัตราเพิ่ม (%)	16.16	23.25	100.62	141.69

ที่มา: กรมศุลกากร

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพชาเชียงราย

No.	exp.	% MC	%Total ash	% Water soluble ash	% Hot water extract
1	1	2.4417	6.1471	63.7931	48.43
	2	2.3612	6.0801	63.3437	45.77
	3	2.0140	6.0636	63.5684	47.10
2	1	2.7098	6.1102	66.6132	46.14
	2	2.3608	6.1639	63.5275	45.06
	3	2.5353	6.1371	65.0704	45.60
3	1	4.2693	6.9766	68.8571	50.87
	2	4.2681	6.9764	68.8794	52.81
	3	4.2687	6.9765	68.8682	51.84
4	1	3.3335	5.9626	69.4236	50.39
	2	3.6169	5.9897	67.9466	50.86
	3	3.4752	5.9761	68.6851	50.62
5	1	3.5619	6.5937	62.6415	60.45
	2	2.7192	6.6431	60.9152	59.47
	3	3.1406	6.6184	61.7840	59.96
6	1	1.7417	5.8267	60.0342	49.00
	2	1.9074	5.8719	60.1516	48.69
	3	1.8246	5.8493	60.0829	48.84
7	1	3.0745	6.5947	6.5926	47.19
	2	2.8358	6.7097	68.8148	44.97
	3	2.9552	6.6522	68.7037	46.08
8	1	1.0373	6.5887	58.8367	56.64
	2	1.4253	6.5143	64.4697	49.74
	3	1.2313	6.5515	61.6532	53.19

	1	0.4916	6.8772	62.0714	53.27
9	2	0.4151	6.8936	68.1524	51.64
	3	0.4534	6.8854	65.1119	52.46
	1	3.3147	7.6034	65.7498	48.88
10	2	3.8540	7.5644	65.4785	43.32
	3	3.5844	7.5839	65.6142	46.10
	1	1.3671	5.5187	62.2966	47.92
11	2	1.2642	5.5472	63.6937	46.44
	3	1.3156	5.5329	62.9952	47.18
	1	2.7457	6.8421	73.7226	45.77
12	2	2.7232	6.8488	72.9046	49.77
	3	2.7344	6.8454	73.3151	47.43
	1	2.2158	6.8700	66.0956	48.43
13	2	2.2509	6.9096	66.0895	45.77
	3	2.2334	6.8898	66.0926	47.10
	1	3.4775	6.5242	68.9057	46.14
14	2	3.3703	6.5708	68.8574	45.06
	3	3.5255	6.5475	68.8816	45.60
	1	6.5513	6.3270	62.0662	50.87
15	2	6.3589	6.3457	62.5786	52.81
	3	6.4551	6.3364	62.3224	51.84
	1	3.9736	4.2511	57.2430	50.39
16	2	4.0413	4.2787	54.0888	50.86
	3	4.0074	4.2649	55.6659	50.62
	1	7.0798	5.7257	56.0069	60.45
17	2	6.4032	5.7212	56.6753	59.47
	3	6.7415	5.7234	56.3411	59.96
	1	4.0924	5.9045	65.9664	49.00
18	2	4.0375	5.9221	66.8064	48.69
	3	4.0649	5.9133	66.3864	48.84

	1	8.0552	6.1107	64.0942	47.19
19	2	8.1954	6.1042	65.0242	44.97
	3	8.1253	6.1074	64.5592	46.08
	1	4.6171	5.6991	69.3984	80.89
20	2	4.6557	5.6467	69.5422	48.95
	3	4.6364	5.6729	93.3603	49.92
	1	3.4461	5.6978	68.5864	47.78
21	2	3.7301	5.1500	68.3753	39.48
	3	3.5881	5.7064	68.4809	43.63
	1	4.3300	6.0704	55.9902	44.81
22	2	4.3637	6.0269	55.0041	45.8
	3	4.3469	6.0486	55.4972	45.31
	1	1.7725	6.6521	65.0224	47.97
23	2	2.0101	6.6587	65.8921	45.38
	3	1.8913	6.6554	65.4573	46.68
	1	3.0185	5.6277	67.9681	44.47
24	2	3.6662	5.6348	67.3162	43.88
	3	3.2424	5.6298	67.6422	43.68
	1	3.0917	5.1046	59.4146	47.85
25	2	3.1142	5.2663	60.0375	45.89
	3	3.1030	5.1854	59.7261	46.87
	1	1.7324	6.5951	67.4489	48.84
26	2	1.5955	6.5602	67.4277	46.83
	3	1.6641	6.5776	67.4383	47.83
	1	3.9167	6.0614	61.9165	47.83
27	2	3.8980	6.0163	60.6612	47.37
	3	3.9074	6.0386	61.2889	47.6
	1	3.0402	5.8926	59.4594	38.45
28	2	3.9598	5.7598	59.2314	40.38
	3	3.5150	5.8262	59.3454	39.42

	1	2.5957	5.9526	60.2007	46.391
29	2	2.5542	5.9527	60.9205	42.43
	3	2.5750	5.9526	60.5606	44.41
	1	3.7818	6.8670	65.7534	32.93
30	2	3.6989	6.9245	65.3487	33.94
		3.7404	6.8958	65.5511	33.44
	1	3.1482	7.1924	63.6616	46.41
31	2	3.1431	7.1475	62.9526	42.43
	3	3.1456	7.1699	63.3071	44.42
	1	8.7147	6.6840	60.8663	44.9102
32	2	8.7237	6.5966	60.9630	46.8781
	3	8.7192	6.6403	60.9147	45.8942
	1	14.2312	4.3489	58.5534	43.9451
33	2	14.5388	4.2872	58.6806	42.9978
	3	14.3850	4.3181	58.6170	43.4714
	1	1.3636	6.6680	60.8340	48.4056
34	2	1.3435	6.6247	60.7784	48.302
	3	1.3536	6.6464	60.8062	48.3536
	1	1.7762	6.9806	50.7153	39.982
35	2	2.1737	6.9840	52.4625	35.4699
	3	1.9750	6.9823	51.5889	37.726
	1	2.9138	7.0922	49.2703	39.8426
36	2	2.9259	7.0737	48.8716	41.3161
	3	2.9199	7.0830	49.0710	40.5794
	1	7.7900	6.0638	53.251	47.0000
37	2	7.7950	6.0535	53.3025	47.0000
	3	7.7925	6.05865	53.2768	47.0000